EurasianSciEnTech 2022

4th INTERNATIONAL EURASIAN CONFERENCE ON SCIENCE, ENGINEERING and TECHNOLOGY

14-16 December 2022

Ankara / Turkey

ACCEPTANCE LETTER

24.10.2022

Dear **Serkan Öztürk, Fatih Şeker, Edanur Beyaz,**

We are pleased to inform you that your paper titled**"Uzun Zincirindeki Karbon Sayısı Farklı Üç Pozitif Azot Atomu İçeren İki Adet Tri-katyonik Yüzey Aktif Maddenin Sentezi ve 1.0 M HCl Ortamında Anti-Korozyon Özelliklerinin İncelenmesi" (Paper ID:178)** submitted to 4th International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2022) has been evaluated utilizing the double-blind peer review process and upon their recommendation your paper has been accepted for **Oral Presentation**.

Please, fill in the **Registration Form** to complete your registration process.

Thank you for your contribution to EurasianSciEnTech 2022. We hope to receive more of your research papers in our next conference.

We look forward to your participation at the EurasianSciEnTech 2022 on December 14-16, 2022.

Sincerely yours,

QR Code Check.

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN
Chairman of Conference

4th International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2022)

Certificate

OF ATTENDANCE

This Certificate Is Proudly Presented To

SERKAN ÖZTÜRK

in recognition of participation in the
"4th International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2022)"
14-16 December 2022 Ankara / Turkey
www.eurasianscientech.org

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN
Chairman of Conference

PROCEEDING BOOK

(Abstracts and Full-Text Papers)

4th INTERNATIONAL EURASIAN CONFERENCE ON SCIENCE, ENGINEERING and TECHNOLOGY

(EurasianSciEnTech 2022)

14 – 16 December 2022
Ankara / Turkey

ISBN 978-605-72134-1-9

EurasianSciEnTech 2022

www.eurasianscientech.org

4th International Eurasian Conference on

Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2022)

December 14-16, 2022 / Ankara, Turkey

www.EurasianSciEnTech.org

PROCEEDING BOOK

(Abstracts and Full-Text Papers)



Editor

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN

Copyright © 2022

ISBN: 978-605-72134-1-9

Publication Date: December 2022

All rights reserved. The right to publish this book belongs to EurasianSciEnTech 2022. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without permission. This Proceeding Book has been published as an electronic publication (e-book). Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Authors are responsible for the contents of their abstracts and full-text papers.

Congress Web Page

www.eurasianscientech.org

E-mail

info@eurasianscientech.org

CHAIRMAN OF CONFERENCE

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN — **Gaziantep University, Turkey**

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Ahmet EKİCİBİL — **Çukurova University, Turkey**
Prof. Dr. Ali BİLGİLİ — **Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Ayla BALABAN GÜNDÜZALP — **Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. Ergül YAŞAR — **İskenderun Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Ertuğrul ÇAM — **Samsun University, Turkey**
Prof. Dr. Mehmet Cengiz TAPLAMACIOĞLU — **Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. Mehmet İslak YÜCE — **Gaziantep University, Turkey**
Prof. Dr. Mohammed A. IBRAHIM SHARAF — **İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey**
Prof. Dr. Murat ARI — **Çankırı Karatekin University, Turkey**
Prof. Dr. Ümmühan ÖZDEMİR ÖZMEN — **Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. William A. COETZEE — **New York University, USA**
Assoc. Prof. Dr. Ahmet DEMİRBAŞ — **Sivas Cumhuriyet University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Demet DOĞAN — **Gaziantep University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Ebru SARALOĞLU GÜLER — **Başkent University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Haluk GÖZDE — **Turkish Aerospace (TUSAŞ), Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Mustafa Hamdi KARAGÖZ — **Van Yüzüncü Yıl University, Turkey**
Dr. Francesca CIGNARELLA — **Washington University, USA**
Dr. Ravichandran RAMASAMY — **New York University, USA**

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE*

Prof. Dr. Abd. Rahim Abu TALİB — **Universiti Putra Malaysia, Malaysia**
Prof. Dr. Adnan QADIR — **NED University of Engineering & Technology, Pakistan**
Prof. Dr. Ahmet EKİCİBİL — **Çukurova University, Turkey**
Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU — **Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey**
Prof. Dr. Ali BİLGİLİ — **Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Ali Tuncay ÖZYILMAZ — **Hatay Mustafa Kemal University, Turkey**
Prof. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ — **Osmaniye Korkut Ata University, Turkey**
Prof. Dr. Aycan TOSUNOĞLU — **Uludağ University, Turkey**
Prof. Dr. Ayla UYSAL — **Süleyman Demirel University, Turkey**
Prof. Dr. Ayşe AYDOĞDU — **Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. Ayşe BEDELOĞLU — **Bursa Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Azize AYOL — **Dokuz Eylül University, Turkey**
Prof. Dr. Başak HANEDAN — **Atatürk University, Turkey**

Prof. Dr. Bengi USLU	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Berna DENGİZ	**Baskent University, Turkey**
Prof. Dr. Bushra MIRZA	**Quaid-i-Azam University, Pakistan**
Prof. Dr. Bülent AKAY	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Bülent KABAK	**Hitit University, Turkey**
Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA	**Ankara Yildirim Bayazit University, Turkey**
Prof. Dr. Cihangir DURAN	**Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey**
Prof. Dr. Deniz Sunar ÇERÇİ	**Adıyaman University, Turkey**
Prof. Dr. Deniz UZUNSOY	**Bursa Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Didem ÖZÇİMEN	**Yildiz Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Dilek ERDİRENÇELEBİ	**Konya Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Ebru ŞENADIM TÜZEMEN	**Cumhuriyet University, Turkey**
Prof. Dr. Ebru ŞENEL	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Emine GÜNERİ	**Erciyes University, Turkey**
Prof. Dr. Erol ATAY	**Hatay Mustafa Kemal University, Turkey**
Prof. Dr. Fakhru'l Razi bin Ahmadun	**National Defence University Malaysia, Malaysia**
Prof. Dr. Farhat JABEEN	**Government College University, Pakistan**
Prof. Dr. Faruk KARADAĞ	**Çukurova University, Turkey**
Prof. Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL	**Karabuk University, Turkey**
Prof. Dr. Fatma Suna BALCI	**Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. Ferruh ERDOĞDU	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Gamal BADR	**Assiut University, Egypt**
Prof. Dr. Gıyasettin KAŞIK	**Selçuk University, Turkey**
Prof. Dr. Gul Majid Khan	**Quaid-i-Azam University, Pakistan**
Prof. Dr. Gülay ZENGİN	**Gaziantep University, Turkey**
Prof. Dr. Handan UYSAL	**Atatürk University, Turkey**
Prof. Dr. Hülya METİN GÜBÜR	**Mersin University, Turkey**
Prof. Dr. Hüseyin CANBOLAT	**Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey**
Prof. Dr. Ioan SEBEŞAN	**Politehnica University of Bucharest, Romania**
Prof. Dr. Kerim KÜÇÜK	**Dokuz Eylül University, Turkey**
Prof. Dr. Maria DAGLIA	**University of Naples Federico II, Italy**
Prof. Dr. Mehmet Bertan YILMAZ	**Çukurova University, Turkey**
Prof. Dr. Mehmet SARI	**Aksaray University, Turkey**
Prof. Dr. Medeni MASKAN	**Gaziantep University, Turkey**
Prof. Dr. Meltem SARIOĞLU CEBECİ	**Cumhuriyet University, Turkey**
Prof. Dr. Muhammad ANSAR	**Quaid-i-Azam University, Pakistan**
Prof. Dr. Mustafa DJAMGOZ	**Imperial College London, United Kingdom**

Prof. Dr. Murat Hüsnü SAZLI	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Mustafa ÇİĞDEM	**Yıldız Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Necati OLGUN	**Gaziantep, University, Turkey**
Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU	**Celal Bayar University, Turkey**
Prof. Dr. Nil TOPLAN	**Sakarya University, Turkey**
Prof. Dr. Niyazi ŞAHİN	**Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey**
Prof. Dr. Nuri ÖZALP	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN	**Çukurova University, Turkey**
Prof. Dr. Oya BOZDAĞ DÜNDAR	**Ankara University, Turkey**
Prof. Dr. Rani Faryal Faheem Tahir	**Quaid-i-Azam University, Pakistan**
Prof. Dr. Ozan TEKİNALP	**Middle East Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Sadaf Zaidi	**Aligarh Muslim University, India**
Prof. Dr. Salim ÇERÇİ	**Adıyaman University, Turkey**
Prof. Dr. Sarwat JAHAN	**Quaid-i-Azam University, Pakistan**
Prof. Dr. Selma DÜZYOL	**Konya Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Sezgin AYDIN	**Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. Sibel YILDIZ	**Karadeniz Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Siti Khairunniza bt. Bejo	**Universiti Putra Malaysia, Malaysia**
Prof. Dr. Şule UĞUR	**Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. Tayfun DEDE	**Karadeniz Technical University, Turkey**
Prof. Dr. Ümmühan ÖZDEMİR ÖZMEN	**Gazi University, Turkey**
Prof. Dr. William A. COETZEE	**New York University, USA**
Assoc. Prof. Dr. Adnan BOZDOĞAN	**Osmaniye Korkut Ata University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Alevcan KAPLAN	**Batman University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Ali Osman AYAŞ	**Adıyaman University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Aslıhan DEMİRDÖVEN	**Tokat Gaziosmanpasa University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Aysel GÜVEN	**Baskent University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Ayşe AVCI	**Sakarya University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Bahar MERYEMOĞLU	**Cukurova University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Demet DOĞAN	**Gaziantep University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Dian Darina Indah Binti Daruis	**Universiti Putra Malaysia, Malaysia**
Assoc. Prof. Dr. Ebru SARALOĞLU GÜLER	**Başkent University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Hakan GÜNEYLİ	**Cukurova University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Mahmoud HAFEZİEH	**Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Iran**
Assoc. Prof. Dr. Mohammad SUDAGAR	**Gorgan University, Iran**
Assoc. Prof. Dr. Muhammad Mohsin Amman	**NED University of Engineering & Technology, Pakistan**

Assoc. Prof. Dr. Mustafa AKYOL	**Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Nemanja Kašiković	**University of Novi Sad, Serbia**
Assoc. Prof. Dr. Özge TUFAN ÇETİN	**Akdeniz University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Roselina Arelhi	**University of Nottingham, Malaysia**
Assoc. Prof. Dr. Samra MEDEDOVIC	**Dzemal Bijedic University of Mostar, Bosnia and Herzegovina**
Assoc. Prof. Dr. S.D. SARASWATHY	**Bharathidasan University, India**
Assoc. Prof. Dr. Selda KILIÇ ÇETİN	**Cukurova University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Shahram DADGAR	**Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Iran**
Assoc. Prof. Dr. Süleyman Sungur TEZCAN	**Gazi University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Tevfik AĞAÇAYAK	**Konya Technical University, Turkey**
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA	**Bayburt University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Aslı GİRAY KURT	**Alanya Alaaddin Keykubat University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Doğan KAYA	**Cukurova University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Halil İbrahim DEMİR	**Sakarya University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Hıdır DÜZKAYA	**Gazi University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Levent ÇOLAK	**Baskent University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. M. Bilge İMER	**Middle East Technical University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Mehmet YALÇIN	**Hatay Mustafa Kemal University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Poonam Agarwal	**Jawaharlal Nehru University, India**
Assist. Prof. Dr. Semra ÇİÇEK	**Atatürk University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Sezen Canım ATEŞ	**Istanbul Yeni Yüzyıl University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Tuba PEHLİVAN	**Gaziantep University, Turkey**
Assist. Prof. Dr. Yıldıray PALABIYIK	**Istanbul Technical University, Turkey**
Dr. Aainaa Izyan Nafsun	**Universiti Putra Malaysia, Malaysia**
Dr. Antonio SUREDA GOMILA	**University of the Balearic Islands, Spain**
Dr. Atanas G. ATANASOV	**University of Vienna, Austria**
Dr. Francesca CIGNARELLA	**Washington University, USA**
Dr. Lim Kar Sing	**Universiti Malaysia Pahang, Malaysia**
Dr. Ramin Ekhteiari SALMAS	**King's College London, United Kingdom**
Dr. Sachiyo ABURATANI	**National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan**
Dr. Sergey SHITYAKOV	**University Hospital Würzburg, Germany**

***This list is arranged in alphabetical order.**

FOREWORD

4th International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2022) was successfully held on December 14-16, 2022 with a great participation from many countries

The objective of *EurasianSciEnTech 2022* was to bring leading academicians, researchers, scholars as well as industrial professionals together from all over the world to exchange and share their experiences and research results to discuss the practical challenges encountered and the solutions adopted. In this context, we welcomed precious scientists and the greatest appreciation goes to all participants whose contributions have made this conference a success. I would like to thank the organizing committee and the scientific committee for providing this intense and high quality scientific environment.

I believe that the *EurasianSciEnTech 2022* has made important contributions to you at large and hope to see you at the 5th *International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology* (*EurasianSciEnTech 2023*).

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN

Chairman of *EurasianSciEnTech 2022*

Contents

1. ORAL PRESENTATIONS 1

1.1. ABSTRACTS 3

Evaluation of the genotoxic profile of furan in Leydig cells 5

Characterization of fullerene derivatives and pyrrole based composites in electrochemical sensing 6

Oil-swelling Behaviour of Hydrophobic Polymer Brushes with Ellipsometry 7

Influence of acoustic cavitation on selected chemical properties of leonardite and biochar 8

Whole exome sequencing reveals de novo and inherited pathologic variants in developmental and epileptic encephalopathies (DEEs) 9

Forecasting the spread of COVID-19 using deep learning and big data analytics methods 10

A Preliminary Study on Thermal Investigation of 3D Printed Porous Structures 11

Design and implementation of a temperature and SPO_2 detection device using ATmega328p chip for COVID-19 Patients 12

Comparative study of the physical and chemical activation pathways of activated carbon prepared from olive wastes 13

Cytotoxic and apoptotic effect of asciminib (ABL001) and tivantinib (ARQ197) on leukemic stem cells 14

Beyaz eşya sektöründe kullanılan denge ağırlık betonlarında erken mukavemet dayanımının ultrasonik ses hızı ölçümü ile korelasyonunun incelenmesi ve üretim yöntemi kaynaklı karşılaştırılması 15

Investigation of miRNA 200 Family Expression Profile in Non-Small Cell Lung Cancer Cell-Derived Cancer Stem Cells 16

Feasibility Analysis on Renewable Energy Power Plant Development In Kazakhstan 17

The use of Cu-W-X (Ti and Ni) alloy in Mig-Mag welding contact tips for improved continuous wire abrasion performance 18

NiAl+W+WC coating with ESD for High Temperature Resistance of Spot Copper Caps 19

Plant-based nanomaterials for environmental remediation 20

Karınca kolonisi optimizasyonu algoritması ile depo rota planlaması 21

Sudoku bulmacasının çözümü için matematiksel programlama kullanımı 22

Can hydrofluoric acid strip lithium from lithium enolate in kerosene whereby simultaneous precipitation as LiF? 23

Farklı Anizotrop Nonwowen Yüzeylerden Oluşturulan Islak Mendillerden Performans Etkilerinin İncelenmesi ve Karakterizasyon Yapılandırılması 24

Solvability of a Generalized Cayley Inclusion Problems 25

Synthesis And Characterization of Centimeter-Sized $(CH_3NH_3)PbBr_3$ Single-Crystal Perovskites by The Antisolvent Vapor Crystallization Method 26

The effect of microplastic and cadmium exposure on the enzyme activities of *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) 27

The role of metformin against diabetes and cancer-induced small intestinal damage 28

Improvement of CO_2 response: Effect of SnO_2 and Ni-doped SnO_2 semiconductors on HPTS-based probes 29

Bionanocomposite film and coatings from food waste and shells 30

Effect of cherry (*Prunus avium* L.) stalk methanolic and walnut septum acetonic extracts on the characteristics of the blend films based on chitosan active food packaging film 31

Inhibitory effects of nickel and iron complexes on enzyme activities 32

Ameliorative effect of a thiosemicarbazone-based oxovanadium(IV) complex on diabetic rat heart and aortic tissues 33

Cytotoxic activity of wild apple seed (*Malus sylvestris* Miller) extracts on HepG2 cells with their antioxidant properties 34

Effect of different gums (Xanthan, agar and guar gums) on the wheat dough enriched with einkorn (Siyez) flour: Creep-recovery measurement of the dough 35

The Effect Of Ozone Treatment On The Molecular Structure Of Cereal Grains 36

Sumak (*Rhus coriaria* L.) Meyvesinin Toz ve Likit Formunun Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi 37

Analysis of economic changes in the Egyptian cotton market (Fayoum governorate as a study model) 38

Amid grupları içeren anyonik metal-organik kafes yapının (MOF) sentezi ve boyarmadde adsorpsiyonu 39

Polimerik tıbbi cihazların ISO 10993-18'e göre yapılan karşılaştırmalı kimyasal karakterizasyonunda enstrümantal tekniklerin öneminin araştırılması 40

Optimization of *Galium aparine* tincture production conditions by response surface methodology 41

Fren Balatası Üretim Parametrelerinin Optimizasyonu İle Sürtünme Performansı Üzerine Etkileri 42

Comparison of the Activity of Lipase Enzyme on Different 4-Nitrophenyl Substrates 43

Polimer modifiye bitümlü bağlayıcıların modifikasyon prosedüründe karıştırma parametrelerinin etkisinin araştırılması 44

Investigation of ionophore properties of a bis–thiadiazole derivative molecule 45

Morgan-Voyce Polynomial Approach For Fractional Riccati Differential Equations 46

Examining the impact of furan on Sertoli cell function 47

Bisfenol A'ya Maruz Kalan Erkek Rat Böbreklerine Ait Parafin Kesitlerde Oksidatif Hasarın 8-Hidroksi-2-Deoksiguanozin Kullanılarak Gösterilmesi 48

Forecasting Tourism Income of Turkey 49

Nano-and micro-sized silver particles doped epoxy composites for ionizing radiation shielding 50

Temperature and frequency dependent electrical properties of Eu substituted Y-Ba-Cu-O perovskite ceramic 51

Tensile properties of nano Bi_2O_3 reinforced LDPE films 52

Eliptik Bölünebilir Diziler 53

Bazı oleoresinlerin kullanımının marine hindi göğüs etinin duyusal özellikleri üzerine etkisi 54

Tannin Incorporation Onto Chitosan With Maleic Anhydride For UV Active Biomaterials 55

Wiener-Hopf Analysis of Acoustic Waves from a Coaxial Pipe 56

Corrosion behaviour of 316L stainless steel coated with Cu, Ni, Zn doped PCL nanofibers in Phosphate Buffered Saline Solution (PBS) 57

Electrochemical investigation and voltammetric quantification of Idarubicin by DNA based disposable biosensor 58

Gıda Ambalajı Olarak Kullanılacak Elektrospinlenmiş Grafen Oksit Katkılı PCL/PVP Nanokompozitleri 59

Yazarkasa üzerinden tetiklenen stoksuz satış (dropshipping) modeli entegrasyonu 60

On 1-Absorbing Bipolar Fuzzy Primary Ideals of Commutative Semirings 61

Cıva kloridin ratların böbrek dokusunda oluşturduğu histopatolojik etki üzerine mirisetinin koruyucu rolü 62

Combustion efficiency resulting in low pollution with the relocation of Tertiary Air Duct in Cement Calciner 63

Tıbbi Bitki Ekstraktlarının Sağlık Ve Biyoteknolojik Alanda Kullanımı 64

Design and manufacture of a lightweight and foldable human transporter 65

On 2-Absorbing Neutrosophic Primary Ideals of Commutative Semirings 66

Machine learning for diabetes disease prediction using various diagnostic measurements 67

Çok yönlü ultra kararlı bir mikro protein olan siklotidlerin antikanser özelliklerin incelenmesi 68

Demir bağımlı hücre ölümü: Ferroptoz 70

Pareto dağılımlı otokorelatif prosesler için istatistiksel kontrol şemalarında uygun kontrol limitlerinin belirlenmesi 71

Kendiliğinden Yerleşen Harçlarda Su/Çimento ve Süperakışkanlaştırıcının Değişik Oranlarında Mermer Atığı Tozunun Bağlayıcı Olarak Kullanılmasının Eşik Kayma Gerilmesine Etkisi 72

Kendiliğinden Yerleşen Harçlarda Su/Çimento ve Süperakışkanlaştırıcının Değişik Oranlarında Mermer Atığı Tozunun Bağlayıcı Olarak Kullanılmasının Viskoziteye Etkisi 73

Resveratrol and Diabetes 74

The Effect of Different Applications of Ellagic Acid and Carnosic Acid on Liver Tissue Oxidant Events in Diabetic Wounds 75

Sensitive and selective determination of paracetamol in antipyretic children's syrup using poly-glycine modified glassy carbon electrode 76

An Approach Structure in the Setting of Hyperspaces 77

PS/SIBS/Karbon Nanotüp Kompozitlerin Üretimi: Isıl ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi 78

Borik asit endüstrisi atık sularından kromatografik yöntemler kullanılarak yüksek saflıkta borik asit eldesi 79

Nestle Health Science enteral beslenme ürün reçetelerinin Türkiye'de üretilmesi 80

Genomic Selection in Dairy Cattle: Past and Future 81

Evsel pişirici cihazları gaz valflerinde kurşun oranı düşük pirinç alaşımı kullanımı 82

Yüksek organik kirliliğe sahip MDF endüstrisi atıksularının arıtımı 83

A posolyte study for aqueous organic redox flow batteries: ferrocene carboxaldehyde 84
A new stable ferrocene catholyte for aqueous organic redox flow batteries 85
Comparison of Chemical Composition and Antioxidant Activity Of Fresh and Fermented Gilaburu *(Viburnum opulus* L.*)* 86
The effect and accuracy of the use of UAV in road projects on the calculation of earthworks 87
Kardan milinde çap ve güç değişikliğine bağlı olarak emniyet katsayısının araştırılması 88
Enrichment of rice with different methods of zinc application in red acidic soil of West Bengal, India .. 89
Lepton Flavor Violation of $\boldsymbol{H \longrightarrow \tau\, \mu}$ Decays in the Supersymmetric Seesaw Type-I Model 90
Porous organic polymer films for electronic applications 91
Phenomenology of Lepton Flavor Violation of $\boldsymbol{Z \longrightarrow e\, \tau}$ Decays in the SUSY Seesaw Type-I Model 92
Air Permeability Performance of Various Knitted Structures from Novel Regenerated Fibers 93
Controlled chain folding of sequence-controlled polymer chains through the supramolecular interactions 94
A Content Analysis of Human Factor in Maritime Accident 95
Sıvılaşma Değerlendirmesinde Kayma Dalgası Hızı (Vs) Tabanlı Yaklaşımların Karşılaştırılması: Sakarya/Erenler Yerleşim Alanı Örneği 96
Gümüş Nanoparçacıkların Protein Etkileşimleri 97
Study of the wet-chemical etching of barium titanate for the production of nanometer-sized ceramic particles 98
Ölçek Göstergeli Cam Mikser Kalıbının Özgün Tasarımı ve Geliştirilmesi 99
The effect of solvent and solid:liquid ratio on the extraction of jujube fruit phenolic compounds 100
Chlorine Bypass Design by CPFD Simulation in Cement Industry 101
How can we develop entrepreneurial attributes through STEM education? 102
BAM tipi bir yapay sinir ağının üstel kararlılığı 103
Recent Advances in Genomic Selection of Beef Cattle 104
Disposable DNA biosensors for electrochemical investigation of interaction between *Hypericum scabrum* L. 105
Marine kaz göğüs etinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine farklı oranlarda karabiber, kişniş ve zencefil oleoresini kullanımın etkileri 106
3D Printer'ın döküm fabrikasında kullanımı 107
İnşaat sektöründe değer mühendisliği uygulanması önündeki engeller 108
The effect of magnetic field on a fuel-cell stack 109
Epigenetics in Aquatic Animals 110
Development and characterization of polylactic acid (PLA) based composite films incorporated with banana peel extract 111

Niksar (Tokat) ilçesi'nde satışa sunulan bazı ticari doğal kaynak sularının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi 112

Van Şehri Park Florası 113

Calcium alginate-bentonite beads for effective removal of ciprofloxacin from water 114

Soğutma sistemlerinin verimini arttırmak üzere farklı kimyasal kompozisyonlara haiz faz değiştiren malzemelerin kullanımı ve enerji verimliliğinine olan etkisinin incelenmesi 115

The anomalous topography of the Southeast Carpathians 116

The Effect On Microstructure And Hardness Of Double Quenching Heat Treatment Applied To AISI H13 Hot Work Tool Steel 117

Experimental Investigation of Pressure Drop in 3D Printed Architected with Porous Media 118

Microwave-assisted ring-opening polymerization of Ɛ-caprolactone 119

Process simulation and economic analysis for separation of ABE mixture 120

Enerji Dağıtım Sistemlerinde Esnek İletken ile Solid İletkeni Birleştirme 121

Döküm simülasyonuna alternatif kalıp kesit kontrolü yazılımının oluşturulması 122

Simetrik olmayan trimerik fosfazenler: Sentez, spektroskopi, kristallografi ve biyoaktivite çalışmaları 123

Seasonal variations in the activities of antioxidant enzymes in *Garra rufa* caught from Göynük Stream (Bingöl, Türkiye) 124

Production and characterization of porous heterogeneous catalysts with cordiorite monolith compounds supported by Zr layered cerium compound 125

Çevrimiçi Pazar Yerleri İçin Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Desteklenen "İnsan Kaynağı" Arz-Talep Tahmininin Yapılması 126

An efficient algorithm for converting huge numbers from base 10 to N-base 127

Modelling the Lanthanum Strontium Manganite Production by Flame Spray Pyrolysis 128

Structural, Magnetic and Magnetocaloric Features of $PrBa_{1-x}Ca_xMn_2O_6$ ($0.0 \leq x \leq 0.3$) Double Perovskite Manganite System 129

Elektrik şebekesi ölçeğine uygun enerji depolama sistemleri için taşıyıcı yapı geliştirilmesi 130

Determination of wood shavings performance for methylene blue removal from aqueous solutions using isotherm, kinetic and thermodynamic studies 131

Opal Tabak Ürünün Savurma Yöntemi İle Üretimine Yönelik Özgün Kalıp Tasarımı ve Geliştirilmesi 132

Ranunculus aydogdui (Acıdüğünçiçeği, Ranunculaceae) üzerinde anatomik araştırmalar 133

Development and evaluation of dehydrated *Arbutus unedo* fruit leather 134

Obesity and oxidative stress 135

Preparation of Metallophtalocyanine Based Photoelectrodes For Photoelectrochemical Hydrogen Production Systems 136

Bulanık Kontrollü Anti Meyil Sistemi Tasarımı 137

Antioxidant potential of *Cistus salviifolius* L. flowers 138

Total phenolic, flavonoid contents and antioxidant status of *Minuartia hamata* (Hausskn.) Mattf. 139

Total phenolic, flavonoid contents and antioxidant status of *Adonis aestivalis* 140

Effect of adding sodium chloride and ascorbic acid on some physiological traits of *Lemna gibba* L. 141

Effects of copper oxide nanoparticles on duckweed (*Lemna gibba* L.) 142

The effect of nutrition in the preventıon of chronic obstructive pulmonary disease 143

Crocus sativus L. tıbbi bitkisi ile obezite ve obezite ile ilişkili hastalıklara yönelik transkripsiyonel düzeyde yapılmış çalışmaların değerlendirilmesi 144

Ultrasonik Sprey Piroliz Kaplama Yöntemi ile Piezodirençli Sensör Üretimi ve Karakterizasyonu 145

Production of *Ficus carica* Linn leave extract loaded chitosan/hydroxyapatite scaffolds with enhanced antioxidant and antimicrobial properties 146

Anti-inflammatory Properties of Walnut Seed Coat Extract in Rats with Experimentally Induced Hyperlipidemia 147

Walnut Seed Coat Extract Reaction on Hyperlipidemic Rat Liver Histopathological Lesions 148

Hydrothermal Synthesis and Structure Properties of $NiMnO_3$ for Supercapacitors Electrode Material 149

Anti-inflammatory Evalution in Heart Tissue:The Relationship between Hyperlipidemia and Walnut Seed Coat 150

Melas Varlığında Asetik Asit Bakterilerinin Selüloz Üretimi 151

Pathological Change: Effect of Walnut Seed Coat in Rats with Hyperlipidemia 152

Effect of walnut seed coat ethanol extract on MDA, SOD and CAT in hyperlipidemia induced rats 153

Evaluation of the Tyrosin/LNAA Ratio in Parkinson Patients 154

A new hybrid compound with potential biological activity consisting of the combination of Sulfamethoxazole and Anthracene: Synthesis, Characterization and Theoretical Calculations 155

Environmentally friendly Anthracene-based Sulfonylhydrazone for use in biosensor preparation: Synthesis, Characterization and Computational Studies 156

Hafif çelik ayak kesitlerinin optimum tasarımının incelenmesi 157

Regulation of Oxidative Stress Variables in Hyperlipidemic Rats by Walnut Seed Coat Extract 158

E-Selektin Ser128Arg gen polimorfizminin Covid 19 hastalık şiddetinde etkisi 159

Major Depresyonda Il-6 (-597 A/G) Gen Polimorfizminin Rolü 160

Toprak Karbon Döngüsünde Nematodların Yeri ve Önemi 161

Statik Yapısal Analizlerde ANSYS ve ABAQUS Programlarının Karşılaştırılması 162

Yamanaka Factors in Aquatic Animals 163

Uyarılmış CH_4 gazının elastik olmayan çarpışmalardaki dönme gevşemesinin ve titreşimsel enerji transferlerinin incelenmesi 164

Synthesis of Nanoplastics and in vitro the Toxicological Effects and Bioaccumulation 165

Dynamic Vehicle Dispatching Using Parallel Multi Objectıve Optimization 166

Gömülü Boruların Sismik Kırılganlıklarının İncelenmesi Sakarya İli Örneği 167

NbC, TiC ve Y_2O_3 takviyelerinin toz metalürjisi yöntemiyle üretilen alüminyum matrisli nanokompozitlerin faz dönüşüm sıcaklıklarına etkisi 168

Reactions of spiro and ansa(N/O) ferrocenylcyclotetraphosphazenes with N/N donor type bidentate ligand 169

Use of PVA/CS Nanofibers as Carrier in Catalase Immobilization to Improve the Stability Properties of Catalase 170

Reactions of dispirocyclotetraphosphazenes containing bis(4-fluorobenzyl) pendant arms with difunctional ligands: structural and spectroscopic properties 171

Evaluating the risks of marine turbocharger failure using fuzzy fault tree analysis method 172

MALDI-TOF Kütle Spektrometrisi ile Terapötik Monoklonal Antikorların Endojen M-proteininden Ayırt Edilmesi 173

Yük ve sıkışıklık yönetimi amacıyla araçtan-şebekeye (V2G) şarj istasyonu ile şebeke yönetimi platformu tasarımı ve geliştirilmesi 174

Bulanık Dematel Yöntemi İle Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi- Tekstil Sektöründe Uygulama 175

Source Apportionment of Metal Pollution of Soil in Istanbul, Türkiye 176

Abort görülen atlarda bakteriyel etkenlerin araştırılması 177

Şebin Cevizi (*Juglans regia*) Ağaç Yapraklarından Gümüş Nanopartiküller: Yeşil Sentezi ve Antioksidan, Antibakteriyel ve Fotokatalitik Aktiviteleri 178

Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) on an Adsorption Process 179

Kontrollu ilaç salım sistemlerinde kullanılmak üzere albümin mikroküre sentez yöntemlerinin karşılaştırılması 180

Powder Metallurgical Fabrcation and Characterization of Commercial Graphene (GNP) Reinforced Al-5.5 wt. % Cu-0.5 wt. % Mn Composites 181

Investigation of the cytotoxic and apoptotic effect of 6-gingerol in MCF-7 (breast) and A549 (lung) cell lines 182

PHAR proses kullanılarak hidroklorik asit geri kazanımı 183

Yüksek ürün ve enerji verimliliği ile rafine tuz üretimi 184

Düşük ve orta katlı yapıların hasar sınırlarının hasar indeksi yöntemi ile belirlenmesi 185

Recent Research Trends and Wide Overview of Renewable Energy: A Comprehensive Bibliometric Approach 186

Komşu binalar arasındaki gerekli derz mesafelerin Türkiye bina deprem yönetmeliği ile karşılaştırılması 187

Some Inequalities for Quasi p-Convex Functions 188

Some inequalities for s-convex functions in the third sense 189

Developments on the problems of the buried natural gas valve chambers by using TRIZ 190

Synthesis and characterisation of bone-like apatite layer coated photocurable polycaprolactone -based high internal phase emulsions (PolyHIPE) and evaluation of its potential as a bone graft 191

A note on non-invariant submanifolds in metallic Riemannian manifolds 192

An investigation to determine a non-trivial de Rham cohomology class for a semi-invariant submanifold in metallic Riemannian manifolds 193

Synthesis and Characterization of 9-Ethyl Carbazole-Based Bismaleimide As A New Bismaleimide Monomer 194

Investigation of Heavy Metal and Other Elements Levels Presence in Honey Collected From Afyonkarahisar 195

Determination Of The Effects Of Ferulic Acid Against Malathion-Induced Oxidative Stress In Rats 196

Biyobozunur madde olan reçine ile yenilebilir kaplama çalışmalarında optimum koşul araştırması 197

J-trajectories in product manifolds of Sasakian manifolds and real line 198

FDM yöntemi ile üretilen eklemeli imalat parçaları için delik delme işlemi parametrelerinin optimizasyonu 199

Türkiye'deki akıllı kavşak sistemlerinde kullanılan sensörlerin performans değerlendirmesi 200

Effect of probiotics on glycemic control in type 1 diabetes 201

3 boyutlu yazıcılarda kullanılan poli(laktik asit) filamentlerin farklı sürelerde nemli ortamlardaki mekanik ve baskı özelliklerinin incelenmesi 202

Yenilenebilir yeşil doğal gazın üretiminde psa ve membran yöntemlerinin karşılaştırılması ön fizibilitesi 203

Phenotypic Variations of Different Chromosome Forms of Turkish Mole Rat 204

Characterization of Sumac Seed Oil Incorporated Polylactic acid (PLA) Films For Potential Food Packaging Applications 205

Investigation of *ex vivo* Shoc2 Ablation in Murine Keratinocytes 206

Phosphogypsum : From a solid waste to a road base material 207

Experimental and Theoretical Structural Determination, Intermolecular Charge Transfer, MEP And Nonlinear Optics Application For An Organic Molecule 208

Structural determination, DFT study, electrostatic potential, HOMO-LUMO, dipole moment of 1-benzyl-5-methylindoline-2,3-dione and its nonlinear optical behavior using Quantum chemical calculations. 209

New Ligand and Some Metal Complexes Derived from 4-Chlorothiophenol and 2,6-Pyridinedicarbonyldichloride: Synthesis and Characterization 210

Potential future changes of *Acomys cilicicus* based on present and future climate change projections 211

The potential of tetragonal ZrO_2 and yttrium doped tetragonal ZrO_2 for sunset yellow adsorption 212

Multiple-Resistance to Sorghum Aphid, Greenbug and Corn Leaf Aphid in Sweet Sorghum 213

In vitro Antioxidant and Free Radical Scavenging Activity of Compounds Containing Propargyl 214

Emission Studies in Ocean Engineering 215

Investigating the effectiveness of PermaSeal® Care 129 on Photovoltaic (PV) panels 216

The investigation of the biocatalytic deracemization of racemic 1-phenylethanol 217

Türkiye'deki Irak'lı öğrencilerin seviyesini tahmin etmek için veri madenciliği teknolojisini kullanmak 218

Gastronomi alanında kullanılan güncel teknolojiler 219

Retrotransposon-based genotyping on local rice (*Oryza sativa*) varieties through IRAP 220

Hydrogen uptake studies of the synthesised 2,6-pyridinedicarbonitrile polymer at different temperatures 221

1.2. FULL-TEXT PAPERS 223

An assumption for artificial intelligence comprehending relation between machines and consciousness 225

European Union – Vietnam Free Trade Agreement (EVFTA): Opportunities and Challenges for Vietnam's Seafood Exports 233

Klinik açıdan önemli olan bazı arı ürünlerinin gastrointestinal açıdan önemi 241

Solutions to help non-English major students at Tan Trao University love English 245

Quantitative Determination Of Sediments In Crude Oil And Lubricating Oils By Toluene – Hexane Mixture In Basic Media Extraction 254

Depremin dönme bileşenlerinin yapıların dinamik davranışları üzerindeki etkisi 259

UAV-UGV Cooperation via Bridge Network Using SPI Communication Protocol 267

Boswellia serrata sakız reçinesi ekstraktlarının insan patojenlerine karşı antibakteriyel aktivitesinin değerlendirilmesi 275

An experimental study on reinforced concrete deep beams without shear reinforcement and a comparison study using different formulas 280

Şişen Kil Zeminin CBR Özelliklerine Uçucu Kül ve Bazalt Fiber Katkısının Etkisi 287

Parabiyotik ve postbiyotiklerin gıdalarda kullanımları 295

Demleme süresinin bazı bitki çaylarındaki antioksidan aktivite ve fenolik bileşen miktarına etkisi 302

Investigation of hydrogen storage thermodynamics of naphthalene surface via palladium and platinum transition metals 307

Kil zemin sınıfının hakim olduğu bir bölgenin, farklı deprem kayıtlarına göre deprem tepki analizi 314

Analysis of breast cancer data balanced using SMOTE algorithm with machine learning methods 321

Cytotoxicity of Titanium Dioxide Nanoparticles on MCF-7 and PC3 Cell lines 326

Farklı peroksit pişiricilerin NBR kauçuğun fiziko-mekanik özellikleri üzerine etkisi 331

Döner mil keçelerinin dudak geometrisine bağlı olarak sızdırmazlık performansının incelenmesi 339

Savunma sanayi sektöründe sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamaları 347

Fibers used in sports clothes and some features of sports clothes 354

Geleceğin Gıdaları ve Gıda Teknolojisi İçin Öngörüler 360

Geleneksel ve Güncel Kahve Kavurma Tekniklerinin Lezzet ve Kimyasal Bileşenler Üzerine Etkilerinin Kıyaslanması 364

Bayburt Devlet Hastanesinden izole edilen klinik suşlarda biyofilm oluşumunun araştırılması 369

Effect of N-acetylcysteine on oxidative damage caused by arsenic in Leydig cells 374

Development of Bilayered Knitted Fabrics from Sustainable Fibers For Sportswear Applications 382

Investigation of the cytotoxic of *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawl. ex Sprengel 386

Development of the flexible In doped LATP/ PEO composite solid electrolyte 390

Strength behavior study of quince under compressive loading 396

Electron correlation effects for atoms including the configurations $ndn's^2$ and $nd^2n's$ 402

Uzun Zincirindeki Karbon Sayısı Farklı Üç Pozitif Azot Atomu İçeren İki Adet Tri-katyonik Yüzey Aktif Maddenin Sentezi ve 1.0 M HCl Ortamında Anti-Korozyon Özelliklerinin İncelenmesi 408

Dengesiz Veri Kümesinde Etkili Veri Ön İşleme Kullanılarak Yardım Masası Bilet Alanı Sınıflandırması 417

Microstrip antenna operating at 26 GHz frequency for use in 5G applications 424

Meyve ve Sebze Atıklarının Değerlendirilmesi 431

Gıda Atık Yönetiminde Kayısı Posasının Değerlendirilmesi 439

Theoretical Properties of 2-[3-(*p*-Methylphenyl)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl]-phenoxyacetic Acide Compound 445

Acidic properties of 3-alkyl(aryl)-4-[3-(2,5-dichlorobenzenesulfonyloxy)benzylidenamino]-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones 452

Comparison of Deep Reinforcement Learning Algorithms in Computer Network Traffic Congestion Control 458

3-Metil-4-(3-metoksi-(*p*-nitrobenzoksi)-benzilidenamino)-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on molekülünün deneysel ve teorik spektroskopik özellikleri 469

Heterosiklik 2-Metoksi-4-[(3-metil-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on-4-il)-azometin]-fenil furan-2-karboksilat bileşiğinin spektroskopik ve doğrusal olmayan optik özellikleri 477

Membrane effect analysis of cross-ply laminated beams resting on Pasternak Foundation 483

Yeni bir birleştirme metodu: Sürtünmeli delme 489

Delme işleminde takım bağlama boyunun takım aşınmasına, delik toleranslarına ve takım üzerinde oluşan sıcaklık artışına etkisinin deneysel olarak incelenmesi 498

Flor İçermeyen Ürünler ile Florokarbon Bazlı Ürünlerin Kumaşlara Kazandırdığı Su ve Yağ İticilik Performanslarının Karşılaştırılması 514

Photoelectrochemical properties of electrochemically produced p-type chromium(III) oxide nanostructures 519

Production of lead(II) sulfide and bismuth(III) sulfide quantum dot decorated titanium dioxide/electrochemically reduced graphene oxide fotoanodes for quantum dot sensitized solar cells 523

Antibiyotiklerin bağırsak mikrobiyotası üzerine etkileri 529

Possibility of Using Stabilized Recycled Aggregate with Geopolymer as Base and Sub-Base Materials. 537

Data Augmentation with GAN increases the Performance of Arrhythmia Classification for an Unbalanced Dataset 545

FDM' nin Katılaşması Sırasında Ortaya Çıkan Enerjinin Matematiksel Olarak İncelenmesi 553

Effect of 10% Portland limestone cement powder on the morphological properties of X12Cr13 martensitic stainless steels 563

Zayıf -⊕- yerel artin tümlenmiş modüller 568

Üç tank sıvı seviye sistemi için ağırlıklı geometrik merkez metodunu kullanarak kontrolör tasarımı 573

CBS tabanlı akıllı tarımsal ürün yetiştiriciliği-Sivas ili örneği 582

Investigation of the Use of Global Navigation Satellite Systems (GNSS) in Avionics Systems and Defence Industry 586

Visual inspection system design and default detection for high reflective material products 594

Geraniol attenuates engineered magnetite nanoparticles induced genetic damage in cultured human lymphocyte cells 602

Synergistic effects of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin and iron oxide nanoparticles in enhancing nanotoxicity on human lymphocytes 607

Atık biyokütleden karbon aerojel üretimi ve karakterizasyonu 612

İleri Oksidasyon Proseslerinin Organik Atıksuların Arıtımında Kullanımı 619

The Relationship between Zonguldak Coal Components and Calorific Value 625

Üzülmez Bölgesi Kömürlerin Petrografik Özellikleri 632

Kırsal yerleşim için yenilenebilir hibrit enerji üretim sisteminin analiz ve tasarımı 636

Gluteraldehit ile yüzey işlemi görmüş ofis kağıtlarının niteliklerinin değerlendirilmesi 642

Synthesis and characterization of some novel potential biologically active 1-(2,6-dimethylmorpholine-4-yl-methyl)-3-alkyl(aryl)-4-(3,4-dimethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones 651

Structural, spectroscopic, electronic, thermodynamic and Non-Linear Optic Analysis of 3-(*n*-propyl)-4-(3,4-dimethoxybenzylideneamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one 656

Piezoelektrik prizmatik dolgu içeren plakların sonlu elemanlar yöntemi ile elektro-dinamik doğal titreşim analizi 665

Natural convection and entropy generation of nanofluids in a square cavity 674

Mavi çemen otu (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.)'nun kullanım alanları 684

Efficient Distribution of Marketing Budget with Machine Learning and Statistical Models 692

Evaluation of light blocking effect and acoustic performance of blackout fabrics 699

Sürdürülebilir kalkınma yolunda yenilenebilir enerji teşvikleri: Bir inceleme 705

Derin Öğrenme ve Görüntü İşleme Yöntemleriyle Damar Gürültüsü Giderme ve Optik Disk Bölütlemesi 712

Cognitive science studies on the category of time in daily communication of Vietnamese people (the case of conceptualmetaphor TIME IS A CONTAINER) 719

Investigation of the Effect of Bolt Assembly Parameters on Life by Finite Element Method. 724

Hafifleştirilmiş Maliyeti Düşürülmüş M2 Sınıfı Yolcu Koltuğunun Geliştirilmesi 731

Development of fragrant textiles by cyclodextrin inclusion complexes of peppermint oil 740

Çiftlik Hayvanlarında Topallık ve Refah 745

Investigation of the Effects of Using Overhead Cranes on the Dynamic Parameters of the Steel Industry Structure with Finite Elements 753

Mechanical Properties of Fly Ash-Based Geopolymer Mortar in the Presence of Silica Fume 762

Uninterrupted Money Transfer Solution: Sentry Transfer 770

Effects of seed colour and seed coat on germination in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds 774

Aplit petrojenezi üzerinde metamorfik basınç faktörünün etkisi 784

Bankacılık sektöründe derin öğrenme yöntemleri ile müşteri kayıp analizi 789

Variation of lead-rubber isolator design displacements for unbalanced bridges considering various ground motion parameters and isolator dimensions 796

Minkowski Uzayında Helisel Vektör Alanlarının İntegral Eğrileri 804

SEM Image Classification with Machine Learning 809

Yatay Konumdaki Sıcak Bir Bobinin Doğal Taşınımla Soğumasının Sonlu Elemanlar Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi 814

Agricultural problems, natural resources and environmental threats in terms of global food crisis and sustainable agriculture 821

Feedback Control over the Firing Activity of Small Neural Populations in Wilson-Cowan Model 827

Investigation of the contamination degrees' effects on geotechnical properties of kaolin clay contaminated with waste engine oil by Grey correlation analysis 831

GC-MS method for the determination of polar compounds in endemic *Centaurea* species (*C. paphlagonica*) 839

Hypericum salsugineum N. Robson & Hub.-Mor. (Tuzkantaronu - Hypericaceae)'un kök, gövde ve yaprak anatomik özellikleri 847

Grafen oksit katkılı fotokatalizörlerin geliştirilmesi 855

On Some Novel Trends in Modeling Microepilepsy 860

Spectroscopic, Thermodynamic, Electronic, HOMO-LUMO, MEP and NLO Analyses of 3-(Benzyl)-4-(3-Acetoxy-4-methoxybenzylideneamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one 865

Fonksiyonel gıdalar: Biyoaktif bileşenler ve sağlığa etkileri 875

Life Cycle Assessment of Annual and Perennial Biomass Crops for Ethanol Production 881

A Risk Assessment Study for Corn Farming to Biobutanol Production 885

Experimental (^{13}C/ ^{1}H-NMR, FT-IR) and DFT Study of 3-Ethyl-4-(3-carboxyphthalimido)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one 890

Estimation of Atterberg Limits of Soils by Artificial Neural Networks 898

Evaluation of Waste Materials in Transportation Engineering 902

Ortopedik cerrahide biyolojik osteosentez 906

Gemi çatışma kazalarının nedenlerinin ve sonuçlarının sistematik incelemesi 914

Effect of Organic Loading Rate and Temperature on Dewaterability of Sewage Sludge at Anaerobic Mesophilic and Thermophilic digestion 921

Effect of Temperature and Organic Loading Rate on the Methane Yield in Anaerobic Digestion of Municipal Sewage Sludge 926

Özel Yay Mekanizmalı Birleşik Bir Eğik Maça Sistemi 932

Kablosuz haberleşme devreleri için 866 MHz frekanslı (35 cm dalga boylu) bant geçiren filtre (BGF) devresi örneği 938

Automatic detection of Alzheimer's disease with transfer learning and image processing techniques. 946

Preparation of polycaprolactone nanoparticles through a microfluidic device 954

İlaç blister ambalaj atıkları ve şeker pancarı küspesinin piroliz ve ko-piroliz katı ürünlerinin karşılaştırmalı olarak incelemesi 959

A small power energy unit design including built-in charger and BMS for industiral applications 967

Al_2O_3-%40 TiO_2 Seramik toz partikül takviyeli polimer matrisli kompozit malzemelerin çentik darbe davranışlarının incelenmesi 977

Soil water content estimation in irrigation management applications using probabilistic and energy-based models with 2.4-GHz in-situ microwave transmitters 982

Metal Cyanide Complexes Removal in Algal Reactors 991

Yaban turpu peroksidaz (HRP) aracılığıyla guaiacol bazlı polimerizasyon 997

Manyetik Fe_3O_4 Nanopartiküllerinin Anaerobik Çürümeyle Biyokütleden Biyogaz Eldesine Etkisinin İncelenmesi 1004

The effect of ultrasound (US) and ultraviolet radiation (UV) pretreatment on the biodegradation of polypropylene microplastics by *Bacillus cereus:* Growth kinetics and cytotoxicity investigation 1009

Antioksidan bir enzim olarak mimik GPx geliştirilmesi ve etkinliği 1017

L Tipi Yanaşma Yapılarının Türkiye Kıyı ve Liman Yapıları Deprem Teknik Yönetmeliği (2008 ve 2020)'ne Göre Tasarımı 1024

Mathematical modeling of the ultrasonic pretreated freeze dried cockle 1032

Salisilaldehit türevi schiff bazı bileşiklerinin biyolojik aktivitelerinin incelenmesi 1038

Sikloid dişli kutusu tasarımı ve hareket analizi 1046

2-[(1-Acetyl-3-ethyl-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl)-azomethine]-phenyl furan-2-carboxylate: Electronic and Spectroscopic Properties with Density Functional Theory 1054

IoT-based cold chain management for a dairy product industry 1060

Valorisation of selected fruits peel waste for the sustainable production of value-added products 1069

Experimental investigation of the effect of tuned liquid dampers on structural dynamics 1076

Sisplatine bağlı böbrek hasarında koruyucu ajanlar 1081

Length-weight and length-length relationships of *Vimba vimba* living in Harşit Stream of Gümüşhane Province 1088

Dijital dönüşümün finansal teknolojilere etkileri ve değişen tüketici davranışları 1094

The Effect of Molecular Structure and Reorganization Energy on the Charge Transport Properties of the Pyrazole Molecules 1101

Yerli olarak geliştirilmiş sıcak şekillendirme kalıbı ile üretilen sac parçanın özelliklerinin incelenmesi 1105

K Bant Frekans Modülasyonlu Sürekli Dalga Radarı Tasarımı ve Gerçeklenmesi 1110

Dynamic Vehicle Dispatching Using Parallel Multi Objective Optimization 1118

Benzetim Boya Banyosu Atıksuyunun Fotokatalitik Oksidasyon ile Gideriminde TiO_2 Nanotüplerin Kullanılabilirliğinin İncelenmesi 1124

Novel driving method for thermoelectric cooler modules 1131

Reactive Black 5 Azo Boyarmaddesinin Peroksidisülfat/Isı Sisteminde Gideriminin İncelenmesi 1140

İçten yanmalı motora sahip bir skuter için hibrit güç aktarma sistemi tasarımı 1146

Reactive Black 5 Azo Boyarmaddesinin Peroksimonosülfat/UV Sisteminde Gideriminin İncelenmesi 1154

Kutup tatlı göl suyu örneğinden *Chryseobacterium* sp. EK1'in izolayonu ve karakterizasyonu 1160

Metal işleme yağlarında kullanılan kükürtlü EP ve AW katkı maddelerinin 4 bilye test cihazı ile performans etkilerinin incelenmesi 1165

Numerical investigation of influence of studs on tie bar axial force demands in CPSW/CF 1173

Different Methods Introduced for Modeling Features of 3D Neuroimages in AD Diagnosis: A Systematic Literature Review Study 1181

Fenton prosesi ile Malathion insektisitinin giderimi: Proses optimizasyonu ve toksisite değerlendirilmesi 1193

Enerji ve derivasyon tünellerinde uygulanan farklı gevşetme analiz metotlarının sonuçlarının karşılaştırılması 1199

Numerical Investigation and Design Improvement of Circulation of a Biomass Fuelled Circulating Fluidized Bed Boiler by MFiX-PIC: Secondary Air Inlet Angle 1207

In Silico Transposon Analysis Associated with EBR Treatment in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) 1214

Tissue Specific Gene Expression Analysis of ABC Transporter Gene Family in Different Opium Poppy Cultivars. 1220

Non-invazif pulslu manyetik alan ve pterostilben uygulamasının diyabetik iskelet kası atrofisinde protein sentez yolakları üzerine etkisi 1226

Havacılıkta Kullanılan Faz Dizi Ultrasonik Tekniğinin Teorik İncelenmesi 1238

Bitki su ihtiyacının yer altı su seviyesi değişimine olan etkileri: Konya-Karapınar örneği 1246

Dünya ve Türkiye'de hububatın mevcut durumu ve iklim değişikliğinin hububat üzerine etkisi 1254

Anticancer and tyrosinase inhibition properties methanolic extracts of some medicinal plants from Erzincan 1261

Trakya Bölgesi Arı Koloni Kayıplarının Araştırılması 1266

İnsan Lösemi Hücrelerinde (K562) Nükleolin Ekspresyonu Üzerine Sisplatinin Etkisi 1272

Akdeniz ve Ege Denizleri'nden örneklenen sardalya, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)' un boy-ağırlık ve boy-boy ilişkilerinin değerlendirilmesi 1276

Bilyalı dövme yoluyla AISI1060 çeliğinin yüzey modifikasyonu 1283

Multi-band and multifunctional metasurface-based polarization converter design 1290

Beyin hipokampüs bölgesinin 3 boyutlu MR görüntülerinden semantik bölütlenmesi 1296

Farklı atık malzemelerin bağlayıcı ve agrega olarak kullanımının harç dayanımı üzerindeki etkisi 1304

Fracture toughness of bidirectional jute-polyester composite materials 1312

Design of Ultralight FeCoP or FeZnP/Graphene Sponge Asymmetric Supercapacitor Electrodes 1317

Analysis of Electric Distribution Network Losses and Solutions for Loss Reduction in Turkey 1323

Design of a fourth order inverse Pascal filter using operational transresistance amplifiers 1332

In-vitro Antibacterial Activity of Some Benzoyl Thiourea Derivatives Against Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* 1338

Evaluations on Foreign Trade of Forest Products Between Türkiye and Romania 1343

The antiproliferative activity of Turkish Pistachio (*Pistacia vera*) rosy hull on melanoma 1352

Determination of Tribological Characteristics of amphiphilic hydrogels 1356

Robust stability augmentation system design for a medium-altitude long-endurance UAV 1362

Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemlerinde Anti-Spoofing Teknikleri 1372

Göğüs radyografilerinden göğüs kafesi bölgesinin tespit edilmesi ve derin öğrenme tabanlı pnömoni hastalığının sınıflandırılması 1381

The Effect of Curing Temperature on the SLI Lead Acid Battery 1388

The Effect of Multi Walled Carbon Nanotube (MWCNT) on the SLI Lead-Acid Battery Performance 1395

Determining Smart Gas Meter Qualifications and Life Cycle by using QFD Analysis 1403

Türkçe fatura veri kümesi üzerinde makine öğrenmesi ve adlandırılmış varlık tespiti uygulamaları 1410

Fiber Takviyeli Polimer Kompozitlerde Nanoparçacık Katkısının Temas Açısına Etkisi 1417

Seismic performance evaluation of mid-rise steel special moment frames with various span lengths 1424

Nörofibromatozis Tip 1 Hastalarında Tam Kan Sayımı Parametrelerinin Değerlendirilmesi 1433

Dijital Baskı Makinelerindeki Aynı Baskı Kafalarında Hem Reaktif Hem De Pigment Baskı ile İstenilen Renk Çalışmalarının Daha Az Su, Kimyasal ve Enerji Tüketimiyle Yapılması 1437

Detection of biothiols through the gold-nanoparticles decorated with 'turn on' BODIPY probe 1446

Treatment of natural waters with gas-bubbled immobilized *Chlorella vulgaris* algal cultures and investigation of its usability as a food ingredient in fish production plants 1450

Removal of nitrate and phosphorus from surface water and wastewater using *Chlorella vulgaris* algae culture in a batch reactor 1457

Depremlerin Zemin Büyütmesi Üzerine Etkisinin Ankara Zemini Özelinde İncelenmesi 1464

Investigation of the effect of deep cryogenic heat treatment on surface hardness and friction coefficient of Ti-5553 alloy under dry sliding wear conditions 1471

Ductal Carcinoma in the Mammary Gland of a Tabby Cat: Case Report 1477

Investigation of the effect of blanching on the drying characteristics of freeze dried salmon 1481

Platinum Nanoparticles Deposited Graphene Nanosheets as Peroxidase Nanozyme 1487

Comparison Of Refinement Firefly Algorithm with Two Current Algorithms 1491

Use of some recent optimization methods in the solution of engineering design problems 1501

Boru içi denetleme robotu model-3: mekanik tasarım 1509

Optimization of Controller Gain Parameters for Servo Motor 1517

Sentinel-2 Uydu Görüntüsünden Sınıflandırılarak Tarımsal Ürün Haritalanması 1525

İdyopatik Epilepsi ile İyon ve Non-İyon Kanal Genlerindeki Mutasyonların İlişkisi 1533

Usage Of Styrene Acrylate Copolymer And Polyethylene Glycol For Surface Sizing Of Paper 1548

Şırnak İli Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi 1556

Tıbbi Bitki Ekstraktlarının Sağlık Ve Biyoteknolojik Alanda Kullanımı 1563

2. POSTER PRESENTATIONS 1565

2.1. ABSTRACTS 1565

Farklı Magnezyum Formlarının Çözünme Kinetiği ve pH Etkileri Üzerine Bir Çalışma 1566

Larvicidal effect of the extract of plants on the L_3 stage of the mosquito *Culex pipiens* 1567

CLOSER project related sensor-independent ambient mobility detection by using healthcare technologies and WiFi sensing 1568

İmidazol[2,1-b]tiyazol temelli yeni boyarmaddelerin boya duyarlı güneş hücrelerinde (DSSC) kullanılabilirliğinin teorik olarak belirlenmesi 1569

Prevalence and epidemiology of dog babesiosis in the Belgrade area during 2020 1570

Dimensional effect and content of plant fibers on the mechanical behavior of compressed earth blocks stabilized with lime. 1571

Optimization of materials for the manufacture of stabilized compressed earth blocks (primary investigation). 1572

The Effect of Pulsed Electric Field Processing on Strawberry Infusion 1573

Sağlık faydası ile satılan uçucu yağlarda ICP-MS yöntemi ile ağır metal analizi 1574

Effect of Yttrium Aluminum Garnet Addition to Inconel 718 superalloy on Sintering and Microstructure 1575

Simple security app using real-time facial recognition 1576

Kimyon, sarımsak ve muskat oleoresini kullanımının soğuk muhafaza edilen marine hindi göğüs etlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi 1577

Süksinik asit bazlı polyester polyolün poliüretan sistemlerdeki işlenebilirlik özellikleri 1578

Mechanical Properties of Normal and Steel Fibre Reinforced Lightweight Geopolymer Concrete 1579

Mechanical And Physical Properties of Artificial Lightweight Aggregate Used in Geopolymer Concrete 1580

Metal Organik Kafes Yapıların SAW Sensörü ile Gaz Algılama Özelliklerinin İncelenmesi 1581

Dynamic Response of Full Scale Hybrid Concrete Slab Reinforced with Steel Bars under Multiple Free Drop Mass Impact 1582

Dynamic Behavior of Full Scale Hybrid Concrete Slab Reinforced with Steel Bars under 7 M Free Drop Weight Impacts 1583

Otomotiv ve Raylı Taşıtlarda Kullanıma Uygun Polimer Matrisli Kompozit Balatalarda Reçine Oranının Tribolojik Özelliklere Etkisi 1584

Polimerik Nanopartiküller İle Titanyum Esaslı Malzemelerin Yüzey Pürüzlülüğünün Değiştirilmesi 1585

Investigation of the removal of Reactive Red 195 dye from aqueous solutions by using date seeds ... 1586

Application of response surface methodology to optimise extraction of bioactive compounds from solid residues of *Salvia officinalis* 1587

Effect of exogenous epibrassinoid on germination and some physiological parameters in cypermethrin-treated wheat 1588

Synthesis and evaluation of biological activity of some novel urea derivatives on VEGFR-2 enzyme . 1589

2.2. FULL-TEXT PAPER 1591

Evaluation and comparison of selected fruits potential in improvement of nutritional value and antioxidant activity of cow milk yogurt 1593

Microbiological, physico-chemical and organoleptic study of a yoghurt incorporated with oat flakes and carob powder 1600

Ecological assessment of the waters of artificial Lake of Tirana in Albania, by using diatoms algae ... 1608

Evaluation of Heavy Metals Pollution in Sediments of Drini Bardhe River, Kosovo 1613

Body Condition Score and Metabolic Profiles in Dairy Cowsfrom Tirana and Lushnja District 1617

1. ORAL PRESENTATIONS

1.1. ABSTRACTS

➢ *ORAL PRESENTATION*

Evaluation of the genotoxic profile of furan in Leydig cells

Buse YILMAZ[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5267-1506), Banu ORTA YILMAZ[2*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8006-1107)

[1] Istanbul University, Institute of Graduate Studies in Science and Engineering, Department of Biology, Istanbul, Turkey
[*2] Istanbul University, Faculty of Science, Department of Biology, Istanbul University, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: banu.yilmaz@istanbul.edu.tr

Abstract

Furan is a liquid, colorless, and highly volatile organic chemical that is formed as a result of the thermal decomposition of many food components during cooking, storage, and processing techniques. Furan is also widely used in industry as a synthetic compound. Intake of this compound is inevitable due to the relatively high amount of furan contamination that occurs in foods that have undergone thermal treatment processes such as coffee, juices, processed baby food, and canned foods. Studies carried out with rats and mice draw attention to the negative effects of furan on human health by revealing the cytotoxic and carcinogenic effects of furan in various tissues. Although there are many known harmful effects of furan on various living systems, there are not enough studies on its effects on the male reproductive system. These studies could not illuminate through which pathway furan exerts its negative effects on the male reproductive system. In this study, the TM3 Leydig cell line, which is one of the primary cells of the male reproductive system and plays a crucial role in testosterone synthesis, was exposed to various furan concentrations (0-2500 µM) for 24 h. It is aimed at understanding the cytotoxic and genotoxic effects of furan on Leydig cells and revealing the mechanisms underlying this toxicity. According to the findings, furan decreased cell viability in Leydig cells and caused an increase in lactate dehydrogenase enzyme activity, which is one of the cytotoxicity markers. Leydig cells exposed to furan showed an increase in apoptosis and necrosis rates. In addition, it was determined that furan caused DNA damage in the genotoxicity tests performed on Leydig cells. In conclusion, the genotoxicity of furan in Leydig cells has been revealed through many pathways, and it has been shown that furan induces cytotoxicity, genotoxicity, and apoptosis, leading to cell dysfunction.

Keywords: Furan toxicity, apoptosis, genotoxicity, Leydig cells.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Characterization of fullerene derivatives and pyrrole based composites in electrochemical sensing

Hilmiye Deniz ERTUĞRUL UYGUN*[1] (ORCID: 0000-0003-1631-527X)

[1]Dokuz Eylül Üniversitesi, Center for Fabrication and Application of Electronic Materials, İzmir 35390, Türkiye

*Corresponding author e-mail: deniz.uygun@deu.edu.tr

Abstract

Fullerenes are carbon-derived nanomaterials with a spherical and 0-D structure. They have a large surface area because of their spherical structure. Since the large surface area increases the sensitivity of the system, the use of fullerenes in sensor systems has increased in recent years. Surface formation by electropolymerization of conductive monomers on the electrode surface is quite common in sensor fabrication. Pyrrole (PPy) is one of the most commonly used of these monomers. In this study, the effect of fullerene and its derivatives on pyrrole polymerization was investigated using a gold nanoparticle screen printed electrode. Fullerene, polyhydroxylated fullerene and carboxy fullerene were selected derivatives. All of them were added to the polymerization solution separately and the resulting surface were characterized X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS) and scanning electron microscopy (SEM). The conductivity change of the formed structures was investigated by electrochemical impedance spectroscopy (EIS). Electropolymerization was carried out by cyclic voltammetry (CV) method.CV parameters for the PPy electropolymerization were determined as 0.1 and +0.5 V potential range with 50 mV/s scan rate for 5 cycles in 100mM H_2SO_4. SEM analysis was performed to monitor the surface morphology of the electrodes. For SEM analysis, the electrodes were coated with a thin gold layer for better analysis. For this, an ion coater device was used. SEM analysis was performed under high vacuum using an application voltage of 20 kV. The appropriate spot size for the desired magnifications was determined as 12. XPS analysis was performed to determine the electrode element composition and surface chemistry. A Monochromatic Al-Kα (1486.7 eV) X-ray source and a beam size of 400 nm in diameter were used for the XPS measurement. The survey scan of the XPS was carried out from −10 to 1350 eV with a scanning speed of 1 eV applying pass energy of 150 eV.

Keywords: Fullerene, Pyrrole, Sensor, Characterization

➢ *ORAL PRESENTATION*

Oil-swelling Behaviour of Hydrophobic Polymer Brushes with Ellipsometry

Özlem KAP* (https://orcid.org/0000-0002-7609-4272)

*[1]University of Twente, Physics of Complex Fluids Group and MESA+ Institute, Faculty of Science and Technology, PO Box 217, 7500 AE Enschede, The Netherlands.

*Corresponding author e-mail: o.kap@utwente.nl

Abstract

Polymer brushes are responsive functional materials to environmental changes, i.e. liquid or vapor of a good solvent. As a result, the brushes swell to a greater extent to reach a fully or partially swollen state. A hexadecane drop was used as an oil model to investigate the swelling dynamics of the poly-lauryl-methacrylate (PLMA) brushes grown via surface-initiated activators regenerated by electron transfer atom transfer radical polymerization (SI-ARGET ATRP) from silicon oxide substrate. The formation of the halo was observed around the contact line of the oil droplet due to the gradient swelling of the brushes. The quantitative spectroscopic ellipsometry and mapping techniques were employed along the radial distance of the contact line for swelling ratio determination. Moreover, the swelling properties were determined depending on the substrate's grafting density and thickness variation before achieving a steady state configuration that seems to be stabilized by continued, very gradual evaporation of the reservoir drop. Experiments with variable connectivity of the substrate and controlled vapor concentration fields demonstrate the relevance and relative importance of viscous flow, diffusive transport within the brush layer, and evaporation-condensation as competing solvent transport mechanisms.

Keywords: wetting, ellipsometry, responsive polymers surfaces, swelling, spreading, evaporation

➢ *ORAL PRESENTATION*

Influence of acoustic cavitation on selected chemical properties of leonardite and biochar

Muhittin Onur Akca[1*](ORCID:https://orcid.org/0000-0003-4540-9371), Pinar Aca Bozkurt[2](ORCID:https://orcid.org/0000-0001-8743-9734), Mehmet Burak Taskin[1](ORCID:https://orcid.org/0000-0002-0889-5668), Hanife Akca[1](ORCID:https://orcid.org/0000-0001-8529-6469), Oguz Can Turgay[1] (ORCID:https://orcid.org/ 0000-0002-6715-2805)

[*1]Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Ankara, Türkiye
[2]Ankara University, Science Faculty, Department of Chemistry, Ankara, Türkiye

*Corresponding author e-mail: moakca@ankara.edu.tr

Abstract

Acoustic cavitation is the creation and collapse of bubbles in the ultrasonically-irradiated liquid. Considered a sustainable technology, it provides a unique method for accelerating chemical processes under extreme conditions. Leonardite is a carbon-rich product produced from oxidized lignite which is rich in humic acid, while biochar is a carbon-enriched material produced by the pyrolysis of biomass under oxygen-limited conditions. This study aimed to determine the effect of the acoustic cavitation technique on some chemical properties of biochar and leonardite. For this purpose, leonardite and rice straw-based biochar were prepared by diluting with distilled water at a ratio of 1:4 and acoustic cavitation was performed at different time periods (eg. 5, 10, 15, and 30 minutes). The results showed that the pH of both materials increased depending on the time periods ($p < 0.05$). The electrical conductivity of leonardite increased in the 30 min application ($p < 0.05$), whereas decreased in 30 min application in biochar ($p < 0.05$). The total nitrogen content of leonardite increased with the 30 min application ($p < 0.05$), but there was no statistically significant difference in biochar. The phosphorous content of leonardite decreased in the 15 min application ($p < 0.05$), whereas increased in 15 min application in biochar ($p < 0.05$). Depending on the application time, the microelement (Zn, Cu, and Mn) contents of both materials increased over time, except there was no statistically significant difference in Fe content in leonardite. The application of acoustic cavitation at different periods of time also affected the macro element (K, Ca, and Mg) concentrations of both materials ($p<0.05$). The present study revealed that as an effective technology in obtaining liquid products from solid organic substances, acoustic cavitation can improve some chemical characteristics of leonardite and biochar which are economically significant organic materials used in agriculture as soil conditioners.

Keywords: Acoustic cavitation, Soil conditioner, Chemical properties

➢ *ORAL PRESENTATION*

Whole exome sequencing reveals de novo and inherited pathologic variants in developmental and epileptic encephalopathies (DEEs)

Özlem Yalçın Çapan[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7511-3355), Zuhal Yapıcı[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9349-565X), Hande S. Çağlayan (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9350-9759)

[*1]Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Medicine, Department of Medical Biology, Tekirdağ, Turkiye.
[2] Istanbul University, Faculty of Medicine, Department of Neurology, İstanbul, Turkiye.
[3]Boğaziçi University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Molecular Biology and Genetics, Istanbul, Turkiye.

*Corresponding author e-mail: oycapan@nku.edu.tr

Abstract

Developmental and epileptic encephalopathies (DEEs) comprise a group of rare neurodevelopmental disorders that are characterized by early-onset, frequent, refractory seizures associated with significant developmental delay or impairment in developmental skills. In many rare neurological disorders including DEE, genetic risk factors are not fully understood, in part due to the multifactorial and/or heterogeneous nature of the disease. To clarify the molecular pathology of these diseases, novel genes and molecular mechanisms need to be defined. In recent years the use of next-generation sequencing methods paved the way to detect novel genes in rare diseases. The fact that approximately 30% of patients with known DEE genes can be diagnosed clinically indicates the presence of many genes with high efficacy values that may lead to DEE. Although genotype-phenotype relationship has been identified in some of the genes associated with DEE, the relationship is not very strong as only a few patients harbor the causative variants. In the present study, we analyzed the whole exome sequencing data of 4 patients with DEE. Filtering of data was performed on the seq platform (seq.genomize.com) to detect possible pathological variants that would confirm the patient phenotype-genotype relationship. Sanger sequencing was performed on the maternal and paternal DNAs to validate and follow the segregation in the family. As a result, we identified de novo causative variants in two patients in *MECP2* and *KCNMA1* genes while two paternally inherited variants in the *SCN1A* gene.

Keywords: Whole exome sequencing, developmental and epileptic encephalopathies (DEEs), rare disease, de novo variant

➢ *ORAL PRESENTATION*

Forecasting the spread of COVID-19 using deep learning and big data analytics methods

Cylas Kiganda[1*] (*ORCID*: https://orcid.org/0000-0001-5697-7943),
M. Ali Akcayol[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6615-1237)

[*1]Gazi University, Computer Science Department, Institute of Informatics, Ankara, Turkey.
[2]Gazi University, Computer Science Department, Institute of Informatics, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: kigandacylas@gmail.com

Abstract

To contain the spread of the COVID-19 pandemic, there is a need for cutting-edge approaches that make use of existing technological capabilities. Forecasting its spread ahead in time is a common strategy. There is, however, a need for comprehensive studies that take into account entire regions comparatively. This study aimed to close this gap by conducting a comprehensive research and analysis to forecast COVID-19 cases and identify the most critical countries in terms of the COVID-19 pandemic in all five major African regions. The proposed approach leveraged both statistical and deep learning models that included the autoregressive integrated moving average (ARIMA) model with a seasonal perspective, the long-term memory (LSTM), and prophet models. In this approach, the forecasting problem was considered to be a univariate time series problem using confirmed cumulative COVID-19 cases. The model performance was evaluated using seven performance metrics that included the Mean Squared Error, Root Mean-Square Error, Mean Absolute Percentage Error, Symmetric Mean Absolute Percentage Error, Peak Signal-to-Noise Ratio, Normalized Root-Mean-Square Error, and the R2 score. The best-performing model was selected and used to make future predictions for the next 61 days. In this study, the long short-term memory model performed the best. Mali, Angola, Egypt, Somalia, and Gabon from the Western, Southern, Northern, Eastern, and Central African regions, with an expected increase of 22.77 %, 18.97 %, 11.83 %, 10.72 %, and 2.81 %, respectively, were the most vulnerable countries with the highest expected increase in the number of cumulative positive cases.

Keywords: Deep learning, COVID-19, LSTM, ARIMA, Prophet.

➢ *ORAL PRESENTATION*

A Preliminary Study on Thermal Investigation of 3D Printed Porous Structures

Tuğrul USLU* (*ORCID: 0000-0002-2154-9268*), Sahin GUNGOR (*ORCID: http://orcid.org/0000-0003-1833-1484*)

*1,2 Izmir Katip Celebi University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Izmir, TURKEY.

*Corresponding author e-mail: tugrul.uslu@ikcu.edu.tr

Abstract

Shape optimization and triply periodic minimal surfaces (TPMS) contribute to design improved layouts under a certain volume and specific boundary conditions. Shape optimization-based geometries or structures are able to be generated via diverse algorithms provided by the new softwares, however, manufacturing of these layouts is still a critical issue. At this point, 3D-printing technologies enable us to get high-quality products having unconventional structures. In this study, we mainly focus on the thermal performance of gyroid, rectilinear and honeycomb topologies in the conductivity point of view.

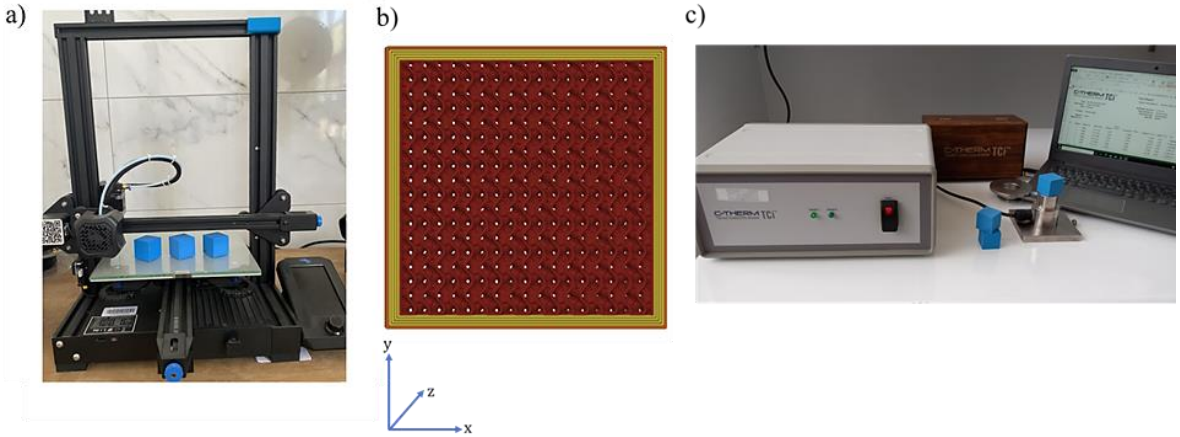


Figure 1. Equipment and setup, a) 3D-printer and manufactured samples, b) front-view of the gyroid structure, and c) thermal conductivity measurement device.

Figure 1 presents the investigation steps and a sample of the manufactured structures. The manufacturing tolerance and layer thickness of the utilized 3D printer is ±0.1 mm and 0.4 mm, respectively. Investigated structures are manufactured at the same environmental conditions to avoid from printing irreversibilities. Note that the filament material is selected as polylactic acid (PLA), and porosity level is remained the same (50%) for all the investigated topologies. Thermal conductivity of the 3D structures with gyroid, honeycomb and rectilinear layouts are examined via a professional equipment given in Fig. 1c. The experimental findings indicate that the gyroid structure is thermally more efficient than the remaining domains with a 11% greater thermal conductivity under the same environmental test conditions. Furthermore, thermal conductivity of the investigated structures can vary up to 36% depending on the test direction.

Keywords: Porous media, Additive manufacturing, Effective thermal conductivity, Thermal Diffusivity.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Design and implementation of a temperature and SPO_2 detection device using ATmega328p chip for COVID-19 Patients

Mohammed Jananee[1*] (https://orcid.org/0000-0003-4427-9640), Mehlika Karamanlioğlu[2] (https://orcid.org/0000-0002-4814-6346)

[*1]Istanbul Gelisim University, Electrical and Electronics Engineering Department, Istanbul, Turkey.
[2]Istanbul Gelisim University, Biomedical Engineering Department, Istanbul, Turkey.

[*] Corresponding author e-mail: mohammed.jananee@ogr.gelisim.edu.tr

Abstract

A diagnostic, non-invasive wearable system is designed to continuously monitor blood oxygen saturation (SpO_2) and temperature of COVID-19 patients to promptly alert the patients through a smartphone device or a computer. This system will be used for not only COVID-19 patients but also recovered COVID-19 patients suffering from long term effects such as blood clots which is possible to be detected preliminarily by SpO_2 measurements. Patients will be notified in case of a temperature raise or low blood SpO_2 by this point-of-care (POC) testing system. Therefore, COVID-19 diagnosis can be much faster without spreading the virus, remedies can be applied earlier and also deaths due to blood clots can be prevented. A microcontroller based electronic circuit was designed and implemented with non-invasive medical sensors. The microcontroller used is an ATmega328 a single-chip with an 8-bit processor core, the pulse oximeter used in the circuit is based on the MAX30100 sensor which has the capability of detecting the level of saturated oxygen in the blood and also provides heart rate monitoring. An infrared non-contact temperature sensor MLX90614 is also implemented. The data is collected by the sensors then processed by the ATmega328 microcontroller while the final information is accessed by either a digital LCD screen connected directly to the electronic circuit or by using a smartphone or computer via the internet using a cloud-based monitor and storage platform. Access to the internet is achieved using an ESP8266 wi-fi chip module. This design will simplify the process of collecting and storing information with fast access at a low cost that is accessible to all patients without the need to visit medical facilities.

Keywords: SpO_2, POC, ATmega328, MLX90614, ESP8266, MAX30100

➢ *ORAL PRESENTATION*

Comparative study of the physical and chemical activation pathways of activated carbon prepared from olive wastes

F.YAACOUBI*; K.ENNACIRI; C.SEKKOURI; A.BAÇAOUI (https://orcid.org/0000-0002-3867-2836); A. YAACOUBI.

University Cadi Ayyad, Faculty of Science Semlalia, Department of Chemistry, Marrakech, Morocco.

*Corresponding author e-mail: fatimzahra.yaacoubi@gmail.com

Abstract

Granular and powder activated carbons with high specific area and porosity were produced from olive wastes using both physical activation with water steam and chemical activation with H_3PO_4 or KOH. Efforts were focused on the elucidation of the activation processes and on the establishment of correlations between these and the properties of the synthesized materials. Results obtained indicate that chemical activation of olive wastes with KOH at 700°C produced activated carbons with much lower ash content, higher nitrogen surface area and much better developed porosity than in the case of either its chemical activation with H_3PO_4 or its physical activation with water steam at 850°C

Keywords: olive wastes, activation, activated carbon

➢ *ORAL PRESENTATION*

Cytotoxic and apoptotic effect of asciminib (ABL001) and tivantinib (ARQ197) on leukemic stem cells

Ilknur Karatekin[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1690-3007)*, Ilayda Alçıtepe[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7548-9248*), Cumhur Gündüz[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6593-3237)*, Güray Saydam[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8646-1673)*, Burçin Tezcanlı Kaymaz[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1832-1454)*

[*1]Ege University, Medical Faculty, Medical Biology, Izmir, Turkey.
[2]Ege University, Medical Faculty, Hematology, Izmir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ilknurkrtkn@gmail.com

Abstract

Cancer stem cells (CSCs) refer to a subpopulation of cells with many specializations in the progression of tumorigenesis and carcinogenesis. CSCs are thought to play a central role in all aspects of carcinogenesis, including cancer initiation, growth, maintenance, drug resistance, metastases, and relapse, by demonstrating their unique potential for renewal, differentiation, and even proliferation. The fact that tumors are heterogeneous and have a limited subpopulation of cells that have the potential to trigger cancer growth was first demonstrated in acute myeloid leukemia. Studies have shown that LSCs, especially those in a quiescent state, are highly resistant to current chemotherapy and targeted therapies. Studies have shown that LSCs, especially those in a quiescent state, are highly resistant to existing chemotherapy and targeted therapies. In our study, after single/combined applications of Tivantinib and ABL001 in the LSC cell line; to investigate the synergistic therapeutic effect of BCR-ABL1 co-inhibition on the indicated cell lines; It is aimed to examine the apoptotic and cytotoxic effects, to determine the expression changes at the mRNA level of the genes that are important in the carcinogenetic process, and to determine the cellular responses. With the obtained data, the cytotoxic effect of ABL001 and Tivantinib on LSC cell lines was determined. The IC50 value of ABL001 was 56.25 µM at 48 hours, and the IC50 value for Tivantinib was 5.68 µM at 48 hours. Apoptotic effects of active substances on cell lines were evaluated by Annexin V analysis according to the determined IC50 doses. Expression levels of target genes were evaluated by RT-PCR. When the cytotoxicity was evaluated after the combined application of the active substances, it was determined that the combination analysis for the LKH cell line showed an additive effect in the combination of Tivantinib-ABL001. Significant differences were observed in the expression levels of target genes.

Keywords: CSC, LSC, ABL001, Tivantinib

➢ *ORAL PRESENTATION*

Beyaz eşya sektöründe kullanılan denge ağırlık betonlarında erken mukavemet dayanımının ultrasonik ses hızı ölçümü ile korelasyonunun incelenmesi ve üretim yöntemi kaynaklı karşılaştırılması

Oğuzhan Şimşek[1*] (https://orcid.org/0000-0002-6562-4215), İbrahim Can Demirci[2] (https://orcid.org/ 0000-0003-0004-6239), Servet Kaptı[3] (https://orcid.org/ 0000-0001-6887-5485), Erman Katırcı[4] (https://orcid.org/ 0000-0002-2131-3925), Duygu Paktaş[5] (https://orcid.org/ 0000-0001-9505-1035)

*1 Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye
*2 Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye
*3 Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye
*4 İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
*5 Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:oguzhan.simsek@vestel.com.tr

Özet

Çamaşır makinalarında dengeleme elemanı olarak denge ağırlıkları kullanılmaktadır. Dengeleme ağırlıkları makinanın ağırlık merkezini istenen konuma taşımakta aynı zamanda dengesiz yük kaynaklı oluşabilecek yürüme, salınım ve titreşimlerin oluşumunu azaltmaktadır. Çamaşır makinalarının belirli bir standart ölçü boyutlarında olması ve dış kabinin içinde hareketli yapıyı oluşturan yıkama grubunun gövdeye çarpmaması için dengeleme ağırlıkları sınırlı bir hacimde tasarlanmaktadır. Bazı durumlarda gerekli olan ağırlığı sağlamak için yüksek yoğunluklu ve ince kalınlıkta ağır betonlara ihtiyaç duyulmaktadır.
Dengeleme ağırlıklarında birçok parametrenin etkisiyle çatlama, kırılma vb. fonksiyonel hataya yol açacak problemler görülmektedir. Üretim koşulları, ortam koşulları, karışım, malzeme kompozisyonunu oluşturan hammadde kalite etkileri gibi parametrelerin etkisiyle nihai beton mukavemetinde dalgalanmalar yaşanmaktadır. Bu dalgalanmalar küp numuneleri üzerinden yapılan karşılaştırmalarda tespit edilemeyebilmektedir. Aynı zamanda yüksek adetli üretim koşulları ve betonların kullanım öncesi kür süresi ihtiyacı düşünüldüğünde, çamaşır makinesi üretimi esnasında doğabilecek hataların erken tespiti önem kazanmaktadır.
Bu nedenlerle çalışma kapsamında gerçek üretim proseslerine uygun olarak üretilen farklı kesit yüksekliklerine sahip betonların belirli bölgelerinden küp numuneleri alınmıştır. Farklı boyutlara ve üretim yöntemine sahip numunelerin erken mukavemet performansları test edilmiştir. 1,2 ve 7 gün su kürü tamamlanan numunelere basınç dayanım ve ultrasonik ses geçiş hızı deneyleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar beton numunelerinin üretim yöntemine göre karşılaştırılmıştır. Tahribatsız numune kontrol yöntemi olan UPV'nin beton mukavemeti ile korelasyonu incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Dengeleme Ağırlığı, UPV(Ultrasonik Ses Hızı) Ölçümü, Erken Mukavemet Dayanımı, Tahribatsız Yöntemle Mukavemet Dayanımı Tahminleme, Çamaşır Makinesi

➢ *ORAL PRESENTATION*

Investigation of miRNA 200 Family Expression Profile in Non-Small Cell Lung Cancer Cell-Derived Cancer Stem Cells

Özlem TOMSUK[1]* (https://orcid.org/0000-0001-7201-686X), Emilia EKENEL[1] (https://orcid.org/0000-0002-2690-3246), Onur UYSAL[1-2] (https://orcid.org/0000-0001-6800-5607), Ayla EKER SARIBOYACI[1-2] (https://orcid.org/0000-0003-4536-9859), Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ[1-2] (https://orcid.org/0000-0003-0202-5052), Tuğba SEMERCİ SEVİMLİ[1-2] (https://orcid.org/0000-0003-4856-2304), Merve Nur SOYKAN[1-2] (https://orcid.org/0000-0003-1231-9791), Bahar DEMİR CEVİZLİDERE[1-2] (https://orcid.org/0000-0002-2444-8833), Aynaz GHORBANI (https://orcid.org/0000-0001-5516-027X), Fatih ÇEMREK (https://orcid.org/0000-0002-6528-7159)

[*1]Eskisehir Osmangazi University, Cellular Therapy and Stem Cell Production Application and Research Centre, (ESTEM), Eskisehir, Turkey.
[2]Eskisehir Osmangazi University, Department of Stem Cell, Institute of Health Sciences, Eskisehir, Turkey.
[3]Eskisehir Osmangazi University, Statistics Department, Eskisehir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ozlem.tomsuk@gmail.com

Abstract

MiRNAs are single-chain RNAs that do not encode proteins. miRNAs have an active role in several biological process including cell death, differentiation and proliferation via controlling most of the genes in the human genome by post-transcriptional regulation. miRNAs play important roles in cancer stem cell renewal, gaining resistance to treatment and more importantly epithelial-mesenchymal transition. It is indicated that in various cancer types while some miRNAs are oncogenes, others are act as tumour suppressor genes. MiR-200 family is composed of five members (miR-141, miR-200a/200b/200c, and miR-429), which being among the best investigated miRNAs in the field. However, there are still many open issues. Recent studies also demonstrated the influence of miR-200 on drug resistance and described a correlation between miR-200 expression levels and overall survival of patients. Despite intense research in this field, the full role of the miR-200 family in cancer progression and metastasis is not completely understood and seems to differ between different tumour types and different cellular backgrounds. To elucidate these differences further, a finer characterisation of the role of the individual miRNA-200 family members is currently under investigation. Importantly, while studies on miRNAs have focused on cancer, there is a fairly limited number of studies on the profile of them in cancer stem cells. Therefore, in this project, it is aim to investigate the expression level of the miR-200 family, which possess resistance to treatment, in lung cancer stem cells by comparing both non-cancer stem cells/bulk population and healthy lung cells. Therefore, after isolation the lung cancer stem cell directly (non-chemo drug selected/resistance cells) was analysed for miR-200 family expressions for the first time, and these data was compared with those obtained from non-cancer stem cells/bulk population and healthy lung cells as well. Accordingly, it was revealed that the expression of miR200A and miR200C was significantly increased in A549 and lung cancer stem cells. MiR141 and miR429 have decreased expression in lung cancer stem cells. Finally, the expression of the target genes of miR-200 family were found to be regulated significantly in lung cancer stem cells. The miR-200 family can be used as a biomarker for lung cancer stem cells. This study was supported by grant (ESOGU/202046055) from the Scientific Research Projects Coordination Unit of Eskisehir Osmangazi University (ESOGU-BAP).

Keywords: Lung cancer, cancer stem cell, miRNA 200 family, metastasis.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Feasibility Analysis on Renewable Energy Power Plant Development In Kazakhstan

Svetlana Zhakiyeva[1], Bekzhan Mukatov[2,], Nurkhat Zhakiyev[2,3], Korhan Kayışlı[3,*]

[1] Department of Mathematical and Computer Modeling, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Nur-Sultan, Kazakhstan
[2] Department of Science and Innovation, Astana IT University, Nur-Sultan, Kazakhstan
[3] Department of Electrical-Electronic Engineering, Engineering Faculty, Gazi University, Ankara, Turkiye

*Corresponding author e-mail: zhakiyevas@gmail.com, korhankayisli@gazi.edu.tr

Abstract

The low efficiency ageing power production and transmission infrastructure in Kazakhstan together with the rapidly growing domestic energy demand pose a pressing need for the upgrading of existing power infrastructure. Furthermore, currently fossil fuels are used to supply vast majority of the electricity need of the country, resulting in large amount of greenhouse gas emissions. Over the last years, transition towards renewable energy systems has been put forward as an essential step in overcoming the country's energy and environmental challenges. In this context, Kazakhstan possesses abundant renewable energy resources including solar, wind, hydro and biomass, and effective exploitation of these resources can help in bridging supply-demand gap, increasing power system efficiency and reducing greenhouse emissions. However, the movement towards green energy is often espoused with a fervor which leads to extravagant and unrealistic claims being made. Thus, this work conducts a feasibility analysis on renewable energy power plant development in Kazakhstan. It was shown that Kazakhstan possesses enormous renewable energy potential. For hydropower, areas with highest potential are major rivers across Almaty, East-Kazakhstan, and South Kazakhstan regions. The conducted work gives the ability to conclude that the renewable energy sector becoming the more and more competitive and science-intensive direction of the energy industry every year, due to the fact of the deteriorating environmental situation in the world. However, the increased demand for renewable energy sources can make the energy generation sector unstable. The paper provides the analysis of possible technical measures for minimization of the negative impact of unstable sources on the energy system and an assessment of the appropriate share of renewable energy sources in the energy system of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: Kazakhstan, Renewable Energy, supply-demand, Feasibility Analysis, greenhouse gas emissions

➢ *ORAL PRESENTATION*

The use of Cu-W-X (Ti and Ni) alloy in Mig-Mag welding contact tips for improved continuous wire abrasion performance

Mustafa Yazar[1*] (https://orcid.org/0000-0001-9927-3268), Şükrü Talaş[2] (https://orcid.org/0000-0002-4721-0844)

[*1] Şahinkul Makina ve Yedek Parça San. Tic. A.Ş, Bursa, Türkiye
[2] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

*Corresponding author e-mail: yazatmustafa08@gmail.com

Abstract

The worn surface of the contact nozzles used in Gas Welding robots is pressed with powder metallurgy method first, followed by sintering, and a pin is made for the worn place with tight fastening. The obtained pin was analyzed by making production under service conditions with the contact nozzle. In the study, pressing and sintering process was performed with Copper-Silicon Karbide, Copper-Titanium Karbide, Copper-Tungsten powders. Hardness, microstructure and XRD results of the materials have been characterized.

Keywords: Powder Metallurgy, Abrasion Resistance, MIG-MAG Welding Method, Contact Nozzle

➢ *ORAL PRESENTATION*

NiAl+W+WC coating with ESD for High Temperature Resistance of Spot Copper Caps

[*1]University, Faculty, Depart Mustafa Yazar[1*] (https://orcid.org/0000-0001-9927-3268), Şükrü Talaş[2] (https://orcid.org/0000-0002-4721-0844)

[*1] Şahinkul Makina ve Yedek Parça San. Tic. A.Ş, Bursa, Türkiye
[2] Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

*Corresponding author e-mail: yazatmustafa08@gmail.com

Abstract

Due to the limited lifetime of the copper caps used in the spot welding process, they are subject to replacement and/or trimming processes in order to increase their lifetime after a certain number of welds. The time lost during these processes, the loss of work spent on alignment and optimization settings can be financially significant. Most importantly, as a result of the wear of the caps or during any device failure, the unsuitability of the external and cross-sectional views of the spot weld core can lead to a decrease in the strength of the spot welds and their rejection. In this study, it is aimed to optimize work-time and device usage by minimizing these problems by using caps coated with different alloy systems in order to prevent all these negativities. For these purposes, the outer surface of copper spot welding caps was coated with Ni-based alloys and their efficiency was investigated by testing them in situ. In the study, it was observed that the caps coated with NiAl based intermetallic alloys performed better than the uncoated caps.

Keywords: Spot welding electrodes, NiAl; ESD

➢ *ORAL PRESENTATION*

Plant-based nanomaterials for environmental remediation

Ahmed Albahnasawi[1*] (https://orcid.org/0000-0002-4343-4760), Murat Eyvaz[1] (https://orcid.org/0000-0003-2964-9586), Ercan Gürbulak[1] (https://orcid.org/0000-0002-8731-0890), M. Furkan Cicerali[1] (https://orcid.org/0000-0002-4649-2712), Nurullah Özdoğan[2] (https://orcid.org/0000-0002-3357-0240), Havva Ağır[1] (https://orcid.org/0000-0002-8879-4540), Ebubekir Yüksel[1] (https://orcid.org/0000-0001-6171-5411)

[1]Gebze Technical University, Department of Environmental Engineering, Kocaeli, Turkey
[2]Bursa Uludağ University, Department of Environmental Engineering, Bursa, Turkey

*Corresponding author e-mail: albahnasawi@gtu.edu.tr

Abstract

Nanotechnology has gained popularity across many businesses and academic disciplines throughout the most recent technological and scientific revolution, notably in environmental remediation. Controlled, straightforward, inexpensive, and safe nanomaterial production is desired for novel nanotechnology development. Nanomaterial manufacturing techniques like chemical synthesis are typically not completely safe or environmentally friendly due to the hazardous chemicals used or the byproducts revealed. These substances have the potential to accumulate in the soil, water, and air systems and pose a serious hazard to bacteria, animals, and plant life. On the other hand, it has been proven that it is both economical and ecologically responsible to use plants to synthesize nanomaterials. Plant-based nanoparticles will be less hazardous than many other types, making them interesting candidates to stop extensive harm to the microbiome produced by current approaches. The use of plant-based nanoparticles has shown many advantages and applications in the field of nano remediation. This study aims to review products manufactured from plant-based nanoparticles and their use in environmental remediation.

Keywords: Plant-based nanoparticles, nano remediation, green technology, public health.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Karınca kolonisi optimizasyonu algoritması ile depo rota planlaması

Furkan Ulu[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6651-4659), Gülveren Tabansız[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4204-1364), Fatih Çavdur[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8054-5606)

[*1]Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Bursa, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: furkanulu96@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, dikdörtgen şekilli depoların rota planlama problemi için bütünleşik ve esnek bir çözüm yaklaşımı önerilmektedir. Ele alınan problem kapsamında, birbirine paralel raflardan oluşan bir depoda malzeme toplama işlemlerini yapan tek bir aracın olduğu varsayılmaktadır. Söz konusu malzeme toplama işlemlerinin gerçekleştirileceği herhangi bir tur için belirli bir noktadan başlayan, depodaki ilgili noktalardaki talepleri toplayarak, tekrar aynı başlangıç noktasına geri dönen araç için minimum mesafeli rotasının oluşturulması amaçlanmaktadır. Dolayısıyla, söz konusu problem, gezgin satıcı problemi (Travelling Salesman Problem-TSP) olarak ele alınabilir. Çalışma kapsamında önerilen çözüm yaklaşımına göre, her tur için ilgili turdaki talep noktaları da dikkate alınarak depo geometrisini gösteren temsili bir ağ modeli dinamik olarak oluşturulmaktadır. Oluşturulan ağ modelindeki bazı düğümler, aracın ziyaret etmesi gereken noktaları temsil etmektedir. Sonraki adımda, yine her tur için karşılık gelen gezgin satıcı problemine ait mesafe matrisi oluşturulmakta ve bu amaçla ilgili talep noktaları arasındaki en kısa yolları hesaplamak için Floyd-Warshall algoritması kullanılmaktadır. Son olarak, oluşturulan gezgin satıcı problemini çözmek için karınca kolonisi optimizasyonu (Ant Colony Optimization-ACO) algoritması kullanılmaktadır. Önerilen yaklaşımın çalışması örnek problemler üzerinde test edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: en kısa yol problemi, gezgin satıcı problemi, Floyd-Warshall algoritması, karınca kolonisi optimizasyonu, rota planlama, depo lojistiği

➢ *ORAL PRESENTATION*

Sudoku bulmacasının çözümü için matematiksel programlama kullanımı

Tuğçe Ateş[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5361-2735), Fatih Çavdur[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8054-5606)

[*1]Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Bursa, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: atstgce@gmail.com

Özet

Sudoku bulmacası tüm dünyada yüksek popülerlik kazanmış bir oyundur. Sudoku bulmacasının klasik versiyonunda, bulmacanın çözümü için sudoku matrisi adı verilen 9 x 9 boyutlu matrisin; her satır, her sütun ve her 3 x 3 boyutlu alt matrisinin, {1, 2, … , 9} kümesinin elemanlarından her birisinin sadece bir kez kullanılarak doldurulması gerekmektedir. Bu çalışmada, sudoku bulmacasının çözümü için matematiksel programlama temelli bir yaklaşım önerilmektedir. Çalışma kapsamında önerilen 0-1 tamsayılı program, model girdisi olarak verilen başlangıç sudoku matrisini kullanılarak bulmacanın çözümünü üretmektedir. Önerilen yaklaşım kullanılarak, farklı başlangıç sudoku matrislerinin model girdisi olarak kullanılmasıyla, farklı çözümler saniyeler içinde üretilebilmektedir. Çalışma kapsamında, matematiksel programlama formülasyonu, MS Visual Studio ortamında, C# programlama dili ve Gurobi Optimizer kullanılarak çözülmüştür. Çalışma kapsamında geliştirilen uygulamayla, model girdi dosyası okunarak, ilgili başlangıç sudoku matrisinin dinamik olarak alınması ve elde edilen çözümün arayüzde gösterilmesi sağlanmıştır. Buna ek olarak, önerilen yaklaşımın gösterimi amacıyla, söz konusu uygulama kullanılarak, farklı başlangıç sudoku matrisleri için farklı sudoku bulmacası çözümleri elde edilmiştir. Gelecek çalışmalar kapsamında, önerilen yaklaşım, esnek bir yapıda dinamik olarak sudoku bulmacası üretmek amacıyla kullanılabilecek şekilde geliştirilebilir.

Anahtar Kelimeler: bulmaca oyunları, sudoku, matematiksel programlama, 0-1 tamsayılı programlama

➢ *ORAL PRESENTATION*

Can hydrofluoric acid strip lithium from lithium enolate in kerosene whereby simultaneous precipitation as LiF?

Emin Ender Çelebi[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5399-610X)

[1]Gebze Technical University, Institute of Earth and Marine Sciences, Gebze, Kocaeli, Turkey

*Corresponding author e-mail: e.celebi@gtu.edu.tr

Abstract

Strong acid agents have been frequently used to strip lithium from a lithium chelate in an organic solvent phase. In this context, the most common agent used is hydrochloric acid (HCl). In consequence of HCl usage, lithium stripping has been performed with high efficiency as a result of the substitution of hydrogen ions with almost all lithium ions. However, as the lithium ions transfer the aqueous phase, the aqueous media, which is formed together with chlorine and lithium ions (LiCl), has the high solubility in water, and therefore the ions move freely in the aqueous phase without forming solid salts. Recently, orthophosphoric acid has been used instead of HCl in order to obtain lithium in solid salt phase after stripping, and therefore 77% by mass of lithium has been precipitated as Li_3PO_4 due to the low solubility product constant (K_{sp}) of 2.37×10^{-11}, at 25°C. By a similar approach, lithium precipitation as fluoride salt after stripping lithium with hydrofluoric acid (HF) is thought to be an alternative lithium extraction method by utilizing the relatively low solubility of LiF in water ($K_{sp}=1.84\times10^{-3}$, at 25°C). Although an effective precipitation efficiency as Li_3PO_4 with lower Ksp than LiF is not expected, the use of HF may be an optimum choice if LiF is desired as the final product. LiF is widely used in Polymer Light-Emitting Diode (PLED) and Organic Light-Emitting Diode (OLED) as a coupling layer to enhance electron injection. LiF is also used as a flux in the production of ceramics, such as enamels, glasses and glazes. It is a raw material for optical lenses and prisms. In the potential use of HF as the stripping agent, the experimental and industrial extraction setups should be made of materials resistant to HF, since HF is a highly corrosive chemical.

Keywords: Lithium enolate, Lithium stripping, Hydrofluoric acid stripping, Lithium fluoride

➢ *ORAL PRESENTATION*

Farklı Anizotrop Nonwowen Yüzeylerden Oluşturulan Islak Mendillerden Performans Etkilerinin İncelenmesi ve Karakterizasyon Yapılandırılması

Ersan AY (ORCID NO: 0000-0002-4574-7322), Hasret KARAKURT MUMCU (ORCID NO: 0000-0002-1026-0039), Mustafa ÖZGEÇ (ORCID NO: 0000-0001-7920-031X)

Pakten Sağlık Ürünleri A.Ş, Ar-Ge Merkezi Gaziantep / Türkiye

ersan.ay@pakten.com, hasret.mumcu@pakten.com, mustafa.ozgec@pakten.com

Özet

Günümüzde tek kullanımlık hijyen ürünlerine artan rağbet sebebiyle ürün çeşitliliğinin fazla olduğu bir pazar alanı oluşmuştur. Ana hammaddesi petrol bazlı (esas olarak polyester) ve rejenere bazlı lifler (esas olarak viskon) olan spunlace dokunmamış kumaşlar, ıslak mendillerde yer alan baskın bileşenlerdir. Genel olarak viskon-polyester karışımlarından oluşturulan günlük kullanıma hitap eden spunlace ıslak mendiller tüketici ihtiyaçlarından birisi haline gelmiştir. Bu çalışma kapsamında günlük kullanıma hitap eden mevcut ıslak mendil ürünlerinde daha uygun maliyetli ürünlerin üretilmesi adına polyester lif oranlarında yapılan değişikliklerle düşük maliyetli ürün segmentleri incelenerek farklılıklar tespit edilecektir. Aynı zamanda rejenere selülozik lif oranının ıslak mendil son ürününde arttırılması ile ıslak mendil üzerinde oluşabilecek performans etkileri incelenerek raporlanacaktır. Polyester lifinin dermatolojik etkilerinin gözlemlenebilmesi amacıyla dışarıdan hizmet alınarak analizler gerçekleştirilecektir. Bu çalışma kapsamında ıslak mendil ürün çeşitliliğine bir sıralama ölçütü kazandırılması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Islak Mendil, Dokunmamış Kumaş, Viskon, Polyester

➢ *ORAL PRESENTATION*

Solvability of a Generalized Cayley Inclusion Problems

Mohd Iqbal Bhat (ORCID: 0000-0003-2048-3049)

Department of Mathematics, South Campus University of Kashmir, Anantnag-192101, India

E-mail address: iqbal92@gmail.com

Abstract

In this paper, we introduce and study a generalized Yosida approximation operator and generalized Cayley operator associated to H(_, _)-monotone operator and discuss some of their properties in semi-inner product spaces. An example is constructed in support of the various results proved. As an application we consider a generalized Cayley inclusion problem in semi-inner product spaces which is more general than the variational inclusion problem. Using the generalized resolvent operator, generalized Yosida approximation operator and generalized Cayley operator we develop an iterative algorithm to approximate the solution of generalized Cayley inclusion problem. Further more, an existence and convergence result is proved.

Keywords: Semi-inner product, H(., .)-monotone operator, Yosida approxima- tion operator, Cayley operator, Cayley inclusion

➢ *ORAL PRESENTATION*

Synthesis And Characterization of Centimeter-Sized $(CH_3NH_3)PbBr_3$ Single-Crystal Perovskites by The Antisolvent Vapor Crystallization Method

Gökçe Keskin[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6242-0305*), Cansu AKYEL[1] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0003-3509-998X*), Murat ÖZEN[1] (ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-3589-2059*)

[*1]Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Chemistry, Bursa, Turkiye.

*Corresponding author e-mail: gokceekeskin@gmail.com

Abstract

Commercial semiconductor and scintillation detectors have serious disadvantages in terms of manufacturing steps and cooling with liquid nitrogen to increase its signal efficiency. Hybrid perovskite materials are candidates for gamma and X-ray detectors with direct bandgap properties. Perovskite radiation detectors have the potential to be used in, among other, nuclear detection and biomedical imaging. Furthermore, hybrid perovskite materials have operating conditions at room temperature and ease of production by wet chemical methods.

In this study, methylammonium lead(II) bromide ($MAPbBr_3$) hybrid perovskite single-crystals were synthesized by the antisolvent vapor crystallization (AVC) method. The MABr precursor was reacted with $PbBr_2$ in a glass container at room temperature with varying total Pb^{2+} + MA^+ concentration of 0.4 M to 1.2 M. The precursor solution was prepared in dimethylformamide in a smaller glass vial inside a bigger container that contained different antisolvents such as methanol, toluene, toluene-methanol mixture, ethanol, acetonitrile and dichloromethane (DCM).

XRD measurements of $MAPbBr_3$ single-crystals showed a {100} direction for the rectangular prism faces. Pure single-crystals with a symmetrical structure were observed when toluene was used as the antisolvent. Antisolvents with high vapor pressure (i.e., DCM) resulted in multiple nuclei with formation of smaller single-crystals. Low vapor pressure antisolvents (i.e., toluene, ethanol) provided slow crystal formation. Slow growing nuclei were observed to be more symmetrical and resulted in larger single-crystals. The bigger the difference in dielectric constant between the solvent (DMF) and the antisolvent was, the faster the formation of a nucleus was induced.

The experiments resulted in well-formed single-crystals of $MAPbBr_3$ that could potentially be grown into far larger single-crystals by the AVC method.

Keywords: Hybrid Perovskite, Anti-Solvent Vapor Crystallization, Single-Crystal, Radiation Detector

➢ *ORAL PRESENTATION*

The effect of microplastic and cadmium exposure on the enzyme activities of *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)

Eda Dagsuyu[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0395-1058), Ismet Burcu Turkyilmaz[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2789-5943), Idil Can Tuncelli[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9999-6658), Gokhan Tuncelli[3] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1708-7272), Nuray Erkan[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0752-8495), Refiye Yanardag[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4185-4363)

[*1]Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Engineering, Department of Chemistry, Istanbul, Turkey.
[2]Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Department of Fisheries and Seafood Processing Technology, Istanbul, Turkey.
[3]Istanbul University, Faculty of Aquatic Sciences, Department of Aquaculture, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: eda.dagsuyu@iuc.edu.tr

Abstract

Marine environments are exposed to massive pressure from microplastics (<5 mm). The effects of environmental microplastics (MPs) combined with other pollutants are still poorly investigated. One of the most widespread and hazardous metal pollutants found in the environment is cadmium (Cd). There is a high likelihood that Cd and MPs can co-occur in aquatic environments. In this study, the effects of different microplastics and cadmium exposure on enzyme activities in Mediterranean mussels, which can be found along the coastlines in the Mediterranean region, are examined. The mussels were divided into eight groups. The exposure period lasted for 7 days. Exposure was renewed every third day. Eight treatments with two replicates exposure period were used: Control group (C): full artificial seawater was given with no stressors, polystyrene (PS, 2 mg L^{-1}), polypropylene (PP, 2 mg L^{-1}), polyethylene terephthalate (PET, 2 mg L^{-1}), cadmium chloride ($CdCl_2$, 30 µg L^{-1} Cd^{2+}), PS+Cd (2 mg L^{-1} and 30 µg L^{-1} Cd^{2+}), PP+Cd (2 mg L^{-1} and 30 µg L^{-1} Cd^{2+}) and PET+Cd (2 mg L^{-1} and 30 µg L^{-1} Cd^{2+}) groups were exposed to them for 3 and 7 days. At the end of the study, all the mussels were collected and mantle tissues were taken and homogenized in physiological saline. The glutathione (GSH), lipid peroxidation (LPO) and reactive oxygen species (ROS) levels and acetylcholinesterase (AChE), alanine transaminase (ALT) and lactate dehydrogenase (LDH) activities were determined in the homogenates. According to the results, the experimental groups' GSH levels and AChE activities decreased compared to the control group on the 3rd and 7th days. The experimental groups' LPO and ROS levels and ALT and LDH activities increased compared to the control group on the 3rd and 7th days. In this study, it was determined that MP and Cd exposure affected the mussel physiology and showed significant changes in enzyme activities.

Keywords: Microplastics, Mediterranean mussel, enzymes activities, cadmium.

➢ *ORAL PRESENTATION*

The role of metformin against diabetes and cancer-induced small intestinal damage

Eda Dagsuyu[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0395-1058), Pınar Koroglu Aydın[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3408-7867), Ilknur Bugan Gul[3] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2838-0941), Omur Karabulut Bulan[3] (ORCID: https //orcid.org/0000-0002-6591-7317), Refiye Yanardag[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4185-4363)

[*1]Istanbul University-Cerrahpasa, Faculty of Engineering, Department of Chemistry, Istanbul, Turkey.
[2]Halic University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Istanbul, Turkey.
[3]Istanbul University, Faculty of Science, Department of Biology, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: eda.dagsuyu@iuc.edu.tr

Abstract

Metformin is an oral biguanide used for the treatment of type 2 diabetes mellitus (T2DM). Metformin has been shown to have anti-cancer effects in various hormone-sensitive tumors, such as breast cancer, pancreatic cancer, colon cancer, and prostate cancer. The aim of the present study was to evaluate the possible protective effects of metformin on small intestine damage in Dunning prostate cancer model. In this study, male Copenhagen rats were divided into six groups: Control group: 0.9% physiological saline was given for 14 days; Diabetic group: only injected single dose of streptozotocin (STZ) (65mg/kg); Cancer group: $2x10^4$ Mat-LyLucells were inoculated subcutaneously; Diabetic + cancer (DC) group: inoculated with 2×10^4 MAT-LyLu cells and STZ injection; Cancer+metformin group: metformin (250 mg/kg) was administered during the experimental period, following inoculation of Mat-LyLu cells; Diabetic + cancer + metformin (DCM) group: metformin administered for 14 days together with STZ and Mat-LyLu cells. At the end of the study, all the animals were sacrificed and small intestine tissues were taken. Intestinal samples were homogenized in physiological saline for biochemical studies and fixed in Bouin solution for histological examinations. Total antioxidant (TAS), total oxidant (TOS), reactive oxygen species (ROS), interleukin-1β (IL-1β), interleukin-6 (IL-6) and sialic acid (SA) levels and acetylcholinesterase (AChE), sucrase and maltase activities were estimated in small intestine homogenates. According to the results, TOS, ROS, IL-1β, IL-6 and SA levels and sucrase and maltase activities were found to increase, while TAS level and AChE activities were decreased in the diabetic, cancer and DC groups as compared to control group. Administration of metformin reversed these effects. Histological evaluation showed moderate to severe damage to the small intestine following the diabetes and cancer process. The findings of this study reveal that histopathological damage in cancer and diabetic+cancer groups decreased significantly in the metformin treated groups. In this study, it was observed that metformin prevented the damaged caused by MAT-Lylu metastatic cells in rats small intestine.

Keywords: Diabetes, cancer, metformin, small intestine, rat.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Improvement of CO_2 response: Effect of SnO_2 and Ni-doped SnO_2 semiconductors on HPTS-based probes

Merve Zeyrek Ongun[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2874-8024*), Sibel Oguzlar[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9903-7484*)

[*1]Dokuz Eylul University, Izmir Vocational High School, Chemistry and Chemical Processing Technologies Department, Chemical Technology Program, Izmir, Turkey.
[2]Dokuz Eylul University, Center for Fabrication and Application of Electronic Materials, Izmir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: merve.zeyrek@deu.edu.tr

Abstract

Accurate, continuous and precise monitoring of dissolved and gaseous carbondioxide (CO_2) is vital in industrial, chemical, medical and atmospheric analysis. In this study, SnO_2 and Ni-doped SnO_2 powders were added as additives to increase gas sensitivity to 8-hydroxypyrene-1,3,6-trisulfonic acid (HPTS) dye, which is a commercial fluorescent indicator with high sensitivity to CO_2 gas. Characterizations of synthesized metal oxide semiconductors (MOSs) were performed using photoluminescence spectroscopy (PL), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), X-ray diffraction spectroscopy (XRD) and scanning electron microscope (SEM). HPTS-based thin films were prepared by immobilizing dye and MOSs additives to ethyl cellulose (EC) matrix. Steady-state measurements, decay time kinetics and kinetic measurements of the sensor agents were measured in the concentration range of 0-100% [CO_2]. The addition of SnO_2-based semiconductors to the HPTS-based composites has resulted in many improvements in sensor dynamics such as higher sensitivity, relative signal variation and larger linear response range according to the additive-free form. The CO_2 sensitivities of HPTS dye were measured as 4.7, 12.6 and 57.5 fold for the undoped and SnO_2 and Ni-doped SnO_2 doped forms, respectively. The response and recovery times of the HPTS-based sensing slide against CO_2 with Ni-doped SnO_2 powders were measured as 38 and 156 s. These results make the HPTS fluorophore with SnO2 and Ni-doped SnO_2 additives into more advanced sensor agents for sensitivity to CO_2 gas and show it as a promising candidate for CO_2 probes.

Keywords: HPTS, SnO_2, Ni-doped SnO_2, fluorescence, optical CO_2 sensor.

Acknowledgements
This study was financially funded by Dokuz Eylul University, Scientific Research Projects Coordinatorship with project number 2021.KB.FEN.020.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Bionanocomposite film and coatings from food waste and shells

Pınar Kızılkaya[1*] (ORCID:https://orcid.org/0000-0002-8420-7222)

[*1]Ardahan University, Ardahan Vocational School of Technical Sciences, Food Technology Department, Ardahan, Turkey.

*Corresponding author e-mail: pinarkizilkaya@ardahan.edu.tr

Abstract

Food packaging is critical in ensuring food safety. Although petroleum-based and synthetic polymers take the first place in the production of food packaging, they cause serious environmental problems and are not sustainable as they are not degraded by bacteria and cannot be destroyed in nature. Recent research shows that bionanocomposite films and coatings can be an alternative to petroleum-based polymers. On the other hand, while grains, nuts, fruits and vegetables are processed into various foods in the food industry every year, tons of food waste such as shells, seeds and pulp are produced. While some of them are evaluated in various ways in fields such as pharmacology and chemistry, some of them are consumed as animal feed, and most of them are thrown directly because they are difficult to dispose of. Nowadays, the idea of preventing environmental pollution and using resources efficiently is being discussed and researched more and more every day. Food wastes and skins have the potential to be converted into value-added products by using them in the production of biodegradable films and coatings with their high polysaccharide, protein, polyphenol, essential oil content. Thus, bionanocomposite films to be prepared from wastes will contribute to both the national economy and the reduction of environmental problems. Biodegradable films from waste are not competitive with commercial polymers in terms of mechanical and barrier characteristics. But, it is possible to improve these properties by making these biodegradable films into bionanocomposite films with nanotechnology applications. In this study, the potential of using food wastes and shells in the production of bionanocomposite films and coatings will be examined.

Keywords: Bionanocomposite, film, coating, food waste, shell

➢ *ORAL PRESENTATION*

Effect of cherry (*Prunus avium* L.) stalk methanolic and walnut septum acetonic extracts on the characteristics of the blend films based on chitosan active food packaging film

Hande Nur Koçyiğit (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6745-7513), Pelin Yılmaz (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9670-7665), Elçin Demirhan (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4885-2902) and Belma Özbek* (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0281-6671)

Yildiz Technical University, Chemical Engineering Department, Davutpasa Campus, Esenler/Istanbul, 34220 Turkey; tel. +90 212 3834747

*Corresponding author e-mail: bozbek@yildiz.edu.tr

Abstract

The use of active food packaging materials as an alternative to petroleum-based ones minimizes the global environmental waste problems and carbon footprint day by day. Chitosan-based films have high antioxidant and antimicrobial properties. But they naturally have disadvantages such as high sensitivity to water, low mechanical properties, and low thermal stability. Cherry (*Prunus avium* l.) stalk methanolic extract (CSME) and walnut septum acetonic extract (WSAE) incorporated chitosan (CS) based antioxidant agricultural by-products were developed and characterized, aiming to utilize new bioactive substances for food packaging films and improve the quality parameters of the CS film.

The packaging films were developed by mixing the aqueous CS (1% w/v) solution in mild acetic acid medium (0.3% v/v) with CSME and WSAE in various concentrations (4% and 1% w/v, 3% and 2% w/v). Additionally, CS-based CSME films and CS-based WSAE films also developed separately in various concentrations (1, 3, 4, and 5% w/v) to compare the collaboration of the results along the mixed films. Swelling, water solubility, and opacity tests were performed to observe the CSME and WSAE incorporations into CS films. Additionally, FTIR analysis was performed to obtain the structure of CSME and WSAE. Moreover, mechanical analysis was performed to achieve the results of tensile strength and elasticity of the samples produced.

Finally, the study performed shows that CS films containing agricultural by-products, cherry stalk methanolic and walnut septum acetonic extracts, enhanced the antioxidant and biodegradability properties of the CS film with a successful interaction and capable attributes. Using active food packaging materials could be prolonged the shelf-life of the food products while utilizing an otherwise wasted by-product.

Acknowledgements: This work has been supported by Yildiz Technical University Scientific Research Projects Coordination Unit under project number FYL-2022-5158.

Keywords: Active food packaging film, chitosan, antioxidant, agricultural by-products

➢ *ORAL PRESENTATION*

Inhibitory effects of nickel and iron complexes on enzyme activities

Onur Ertik[1*] (ORCID:https://orcid.org/0000-0001-5437-3513), Busra Kaya[2] (ORCID:https://orcid.org/0000-0003-2706-172X), Bahri Ülküseven[2] (ORCID:https://orcid.org/0000-0001-6342-1505), Refiye Yanardag[1] (ORCID:https://orcid.org/0000-0003-4185-4363)

[1]Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Engineering, Department of Chemistry, Biochemistry Division, Istanbul, Turkey.
[2]Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Engineering, Department of Chemistry, Inorganic Chemistry Division, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: onur.ertik@iuc.edu.tr

Abstract

Enzyme inhibition is a treatment method and approach frequently used in treating diseases such as diabetes, cancer, and viral infections. It is very important to develop new inhibitors on some enzymes used in treatment because of possible side effects and possible drug resistance of existing drugs. Alpha-glucosidase and alpha-amylase are enzymes involved in the digestion of carbohydrates and their inhibition is important in keeping blood glucose levels under control. Neuraminidase catalyzes the hydrolysis of terminal sialic acid residues from glycoproteins and is one of the two glycoproteins on the surface of the influenza virus. Xanthine oxidase catalyzes the oxidation of hypoxanthine to xanthine and produces uric acid which leads to many diseases like gout and hyperuricemia. Urease is an enzyme that catalyzes the hydrolysis of urea, forming ammonia and carbon dioxide and trypsin is an enzyme that plays a role in the digestion of proteins. Nickel and iron are essential metals that take place in the organism both as cofactors and in biological events. One each of the nickel (II) and iron (III) and complexes bearing N_2O_2 -type thiosemicarbazone ligand was prepared. In this study, inhibitory effects of newly synthesized nickel (1N) and iron (1F) complexes on alpha-glucosidase, alpha-amylase, neuraminidase, xanthine oxidase, urease, and trypsin enzymes were investigated. As a result of in vitro studies, the IC_{50} values of 1N and 1F complexes were found to be 2809.47±202.61; 470.13±1.94 µg/mL for alpha-glucosidase, 1218.09±79.09; 2123.15±304.30 µg/mL for alpha-amylase, 30.43±1.19; 13.23±0.6 for µg/mL neuraminidase, 128.72±9.77; 176.86±15.17 µg/mL for xanthine oxidase, 638.66±44.12; 2212.90±59.97 µg/mL for urease, and 921.47±74.87 µg/mL; not detected for trypsin respectively. These results showed that the synthesized nickel (1N) and iron (1F) complex have the potential as alpha-glucosidase, alpha-amylase, neuraminidase, xanthine oxidase, urease, and trypsin inhibitors.

Keywords: Enzyme, Inhibitor, Nickel complex, Iron complex

➢ *ORAL PRESENTATION*

Ameliorative effect of a thiosemicarbazone-based oxovanadium(IV) complex on diabetic rat heart and aortic tissues

Onur Ertik[1*] (ORCID:https://orcid.org/0000-0001-5437-3513), Sevim Tunali[1] (ORCID:https://orcid.org/0000-0003-3363-1290), Tulay Bal-Demirci[2] (ORCID:https://orcid.org/0000-0003-4663-2209), Bahri Ülküseven[2] (ORCID:https://orcid.org/0000-0001-6342-1505), Refiye Yanardag[1] (ORCID:https://orcid.org/0000-0003-4185-4363)

[*1]Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Engineering, Department of Chemistry, Biochemistry Division, Istanbul, Turkey.
[2]Istanbul University-Cerrahpaşa, Faculty of Engineering, Department of Chemistry, Inorganic Chemistry Division, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: onur.ertik@iuc.edu.tr

Abstract

Due to today's living conditions, nutrition, inactivity, and genetic factors, the rate of spread of diabetes is increasing day by day. In addition to affecting the quality of life, diabetes also causes many metabolic risks. The heart, one of the most important organ in the continuity of life, is seriously effected in patient with Diabetes mellitus. Beside that, the high blood glucose level, can also be damaged the blood vessels. Oxidative stress is the result of overproduction of free radicals in the case of uncontrolled diabetes. In this study, it was aimed to show the effect of N(1)-2,4-dihydroxybenzylidene-N(4)-2-hydroxybenzylidene-S-methyl-thiosemicarbazidato-oxovanadium(IV) (VOL) compound on diabetic damaged heart and aorta tissues. For this experiment, animals were randomly selected and groups were created in the following order: non-diabetic group (control), VOL administered non-diabetic group (control + VOL), STZ-injected diabetic group (diabetic), and STZ-diabetic rats given VOL group (diabetic+VOL). VOL was given to the rats by gastric gavage technique at a dose of 0.2 mM/kg/day for 12 days after rats became diabetic. On the 12th day of the experiment, the animals were fasted overnight and sacrificed the next day. The heart and aortic tissues were taken and homogenates were prepared in physiological saline solution Reduced glutathione (GSH), lipid peroxidation (LPO), total antioxidant status (TAS), total oxidant status (TOS), reactive oxygen species (ROS), oxidative stress index (OSI) levels and lactate dehydrogenase (LDH) activities were determined in heart and aorta homogenates. In the diabetic group, it was found that GSH and TAS levels decreased while LPO, TOS, ROS, and OSI levels raised. Treatment with VOL reversed these biochemical parameter values. These results show to be the ameliorative effect of VOL on oxidative damage in heart and aortic tissues of rats with diabetes.

Keywords: Diabetes mellitus, Heart, Aorta, Thiosemicarbazone, Enzymes activities.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Cytotoxic activity of wild apple seed (*Malus sylvestris* Miller) extracts on HepG2 cells with their antioxidant properties

Neşe Eray Vuran[*1] (https://orcid.org/0000-0001-6387-1493), Deniz İrtem Kartal[1] (https://orcid.org/0000-0001-9669-5828), İsmail Çelik[1] (https://orcid.org/ 0000-0003-2199-6348)

[1] Department of Molecular Biology and Genetics, Sciences Faculty, Van Yuzuncu Yil University, Van, Turkey

*Corresponding author e-mail: neseeray@yyu.edu.tr

Abstract

This study was designed to investigate the *in vitro* antioxidant and antiproliferative activities of the ethanolic and water extracts of wild apple seed (WAS) (*Malus sylvestris* Miller subsp. *orientalis*). Antioxidant potentials of the extracts were evaluated by DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) and ABTS [2,2′-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] radical scavenging capacity tests. Antiproliferative activities of the extracts were tested against HepG2 (hepatocellular carcinoma) cell lines with XTT test. As a result, IC50 values for DPPH assay were determined as 45.8±0.12, 6.80±0.14 mg/mL for WAS water and ethanolic extracts, respectively. The antioxidant activity of WAS ethanolic extracts were calculated as 5.04±0.03 µg TEAC/mg extract for $ABTS^{+}$ assay. WAS ethanolic extracts displayed 1.18-fold more antiproliferative activity than the water extract against HepG2 cells. The IC50 values of the ethanolic and water extracts of WAS were determined as 4.56 and 3.87 mg/mL, respectively. As a result, the ethanolic extracts of WAS showed the higher antioxidant and antiproliferative activity than the water extracts. Wild apple seeds have cytotoxic activity against HepG2 cell line and may be use as a therapeutic agent in the treatment of cancer.

Keywords: Antioxidant activity, Antiproliferative activity, Cytotoxicity, HepG2, *Malus sylvestris*

➢ *ORAL PRESENTATION*

Effect of different gums (Xanthan, agar and guar gums) on the wheat dough enriched with einkorn (Siyez) flour: Creep-recovery measurement of the dough

Ferhat Yüksel[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1995-9820*), Safa Karaman[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1865-661X*)

[*1]Nigde Ömer Halisdemir University, Nutrition and Dietetics Department, Bor, Nigde, Turkiye
[2]Nigde Ömer Halisdemir University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Nigde, Turkiye

*Corresponding author e-mail: safakaraman@ohu.edu.tr

Abstract

In this study, wheat flour dough was enriched with einkorn flour at different concentrations (25% einkorn flour+75% wheat flour) and the xanthan, agar and guar gum (0-0.5-1% level) were incorporated into the doughs. The creep-recovery analyses of doughs prepared with the mixtures were performed. Wheat flour is one the most commonly used flour to produce bakery products. Einkorn flour could be used in bread and other bakery product formulations due to its good nutrition properties such as high protein, high dietary fiber, high antioxidants and high phenolic contents. However, dough prepared with einkorn (siyez) flour has weaker elastic properties because of its low gluten content. Therefore, characterization of doughs containing einkorn flour enriched with gums is important to assess the baking performance. The high maximum compliance (J_{MAX}) was 3.7×10-4 Pa^{-1} in the dough enriched with 0.5% agar gum and 1% xanthan gum in the formulation whereas the lowest maximum compliance (J_{MAX}) was 1.4×10^{-4}. The maximum compliance (J_{MAX}) parameter decreased with the addition of xanthan gum and increased with the addition of agar and guar gums. The equilibrium compliance ($J\infty$) values decreased with the addition of xanthan, agar and guar gums according to control sample. Maximum and minimum viscosity and elasticity parameters were determined to be 62.17% and 33.33 (dough that included 1% xanthan gum and control dough), 66.66% and 37.82% (control dough and dough that included 1% xanthan gum), respectively. In general, % elasticity increased with addition of xanthan gum and the viscosity increased with addition of guar gum used to enrich the wheat+einkorn flour.

Keywords: Dough, einkorn flour, xanthan gum, creep-recovery analysis.

➢ *ORAL PRESENTATION*

The Effect Of Ozone Treatment On The Molecular Structure Of Cereal Grains

Çağla Kayişoğlu [1*] , Seçil Türksoy [2]

[1] Hitit University, Scientific Technical Research and Application Center, Food Engineering, Çorum, Turkey
[2] Hitit University, Faculty of Engineering, Food Engineering, Çorum, Turkey

[*] Corresponding Author email: caglakayisoglu@hitit.edu.tr

Abstract

Ozone (O_3) is a strong oxidant compound in the GRAS category, which is widely used in different application areas in the food industry to ensure food safety and quality. Apart from the effect of microbial decontamination, harmful insects and mycotoxins are also effectively eliminated by ozone treatment. The most important advantage of using ozone is that it leaves no trace upon application due to the rapid decomposition. Therefore, ozone oxidation is called an alternative to chemical agents, and this feature makes it low cost and new generation "green technology" to ensure food safety. Mycotoxins (aflatoxin, ochratoxin A, zearalenone, fumonisin and deoxynivalenol) which contaminate grains during harvest, processing or storage pose a great risk for human and animal health. Recently, ozone treatment finds widespread application as an alternative method to chemical detoxification methods (chlorine and chlorine dioxide) to ensure food safety. In addition to the detoxification of mycotoxins, some important changes also occur on the physicochemical properties of protein and starch components of cereals.Ozone application can modify important starch properties such as viscosity, stability, particule size, gel-film formation and retrogradation, thereby positively controlling the quality and technological properties of the final product. Ozone-modified starches are widely used in the food industry as stabilizers, emulsifiers, and fat replacers. Current literature data shows that ozone application has also some crucial effects on important properties of wheat proteins (increase in non-extractable polymeric protein ratio, crosslinking, and gluten molecular weight while decrease in thiol group). Within the scope of this study, it is aimed to compile and interpret the effects of ozone technology, which is a new generation and environmentally friendly technology, on the molecular and chemical structure of grains in the light of existing literature data.

Keywords: Grains, ozone, mycotoxin, starch, protein

➢ *ORAL PRESENTATION*

Sumak (*Rhus coriaria* L.) Meyvesinin Toz ve Likit Formunun Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi

Rabia Kırkgeçit[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0766-7214*), Sevtap Kartal [2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6411-7513*)

[1,2]Nazar Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş., 46800 Türkoğlu/Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: rabiakirkgecit@nazartextile.com

Özet

Rhus coriaria'nın gıda endüstrisinde ve homeopatik tedavide önemli rolü olan çok sayıda bileşikler (organik asitler, proteinler, uçucu yağlar, mineraller, vitaminler ve fenolikler gibi) içerdiği bilinmektedir. Oksidatif süreçlerin geciktirilmesinden mantar ve bakteriyel enfeksiyonların tedavisine ve daha pek çok şeye kadar bu bileşikler, insan sağlığının ve ekonomisinin iyileştirilmesinde büyük önem taşımaktadır. Bu bitkinin tüm umut verici potansiyelini keşfetmek için, çekici fonksiyonel gıda ve nutrasötik kaynağı için birçok çalışma yapılabilmektedir. Bu çalışma ile farklı lokalitelere yayılış gösteren *Rhus coriaria L.*'nin kuru meyvesinin toz ve ekşi likit formunun kimyasal içeriklerinin tespit edilip literatüre katkı sağlaması hedeflenmektedir. Olgun sumak meyvesinin kuru toz formundaki kimyasal özellikleri üzerine yapılan araştırmada protein içeriği 2.84%, yağ içeriği 20.83%, karbonhidrat içeriği 66.80%, HPLC şeker analizi sonucunda fruktoz, glikoz ve sukroz şeker içeriklerinin toplam miktari 1.5% olarak belirlenmiştir. Doymuş yağ asidi 5.26% iken, doymamış yağ asidi 15.57% değerinde tespit edilmiştir. Tuz miktarı 2.85%, nem tayini 4.86% olarak bulgulanmıştır. Mineral içerikleri olaraktan en yüksek konsantrasyona sahip mineral sodyum (Na) 25040 mg/kg, bunu sırasıyla potasyum (K) 12400 mg/kg, kalsiyum (Ca) 5831 mg/kg ile demir (Fe) 256.9 mg/kg olarak takip etmiştir. Toplam enerji (kalori) tayini 466 kcal/100 g içerdiğini göstermiştir. Sumak ekşi likit formundaki kimyasal özellikleri üzerine yapılan araştırmada protein içeriği 0.23%, yağ içeriği 0.53%, karbonhidrat içeriği 70.93%, HPLC Şeker Analizi sonucunda içerik olarak en fazla glikoz 13.5%, fruktoz 11.75% ve sakkaroz %2.50 toplam şeker içeriklerinin miktarı 27.75% olarak tespit edilmiştir. Doymuş yağ asidi 0.27% iken, doymamış yağ asidi 0.26 % değerinde bulunmuştur. Tuz miktarı 3.50%, nem tayini 24.37% olarak bulgulanmıştır. Mineral içerikleri olaraktan en yüksek konsantrasyona sahip mineral en yüksek değere sahip olan potasyum (K) 1.2% iken kalsiyum (Ca) 0.07%, sodyum (Na) 0.008% ve demir (Fe) 0.004% olarak tespit edilmiştir. Toplam enerji (kalori) tayini 289.35 kcal/100 g içerdiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Sumak toz, Sumak ekşi likit, Rhus coriaria L., Kimyasal özellikler

➢ *ORAL PRESENTATION*

Analysis of economic changes in the Egyptian cotton market (Fayoum governorate as a study model)

Serkan GÜRLÜK[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3159-1769), Islam ABDELAZEEM[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4519-266X)

[1*] Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Bursa, Turkey.
[2]Bursa Uludağ University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Bursa, Turkey.

[*]Corresponding author e-mail: 501913011@ogr.uludag.edu.tr

Abstract

Egyptian cotton is considered as one of the most important strategic crops because it is one of the mainstays of the economic structure. It is still distinguished in the world markets as the best quality cotton in the world for textiles and luxury clothing, which gives Egypt a special relative advantage in the global market for its entry into many basic industries related to this field Such as spinning, weaving and garments as well as the manufacture of oils and concentrated fodder.
Cotton cultivation faced many problems that led to farmer retreat from cultivating it as a result of its low prices and their tendency to cultivate other more valuable crops and economic returns, especially with the high cost of living, which affected its cultivated area, which was to 2 million acres in the sixties of the last century and decreased to be 265,000 acres in 2020. Accordingly, the study aims to present an economic assessment of Egyptian cotton and the changes that have occurred to it and the consequences of these variables.
The study has taken Fayoum governorate as a model for studying changes in the cotton crop through data of agricultural economic variables studied for the time period (2016-2021), and preliminary data for a field study conducted in Fayoum governorate, we reached the following results and recommendations:
Activating the role of Agricultural Cooperatives Societies to provide agricultural production supplies and helping marketing the crop is affordable. Establishing a binding mechanism to prevent monopolies in the input markets to stabilize their prices and their availability in the market is necessary. Price imbalances between domestic and global cotton prices need to be addressed by developing a well-defined policy to price it, while raising the profit margin of farms, so that the significant deterioration in the cultivated area can be stopped.

Keywords: Cotton - Egyptian cotton - cotton market - Economic factors – Local market - Global market.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Amid grupları içeren anyonik metal-organik kafes yapının (MOF) sentezi ve boyarmadde adsorpsiyonu

Sinem Merve Sezdi[1*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5319-799X)* , Melike Şevik[1] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0618-4165*) , Tuğba Alp Arıcı[2] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3927-9849)* , Mürsel Arıcı[1] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8527-1587)*

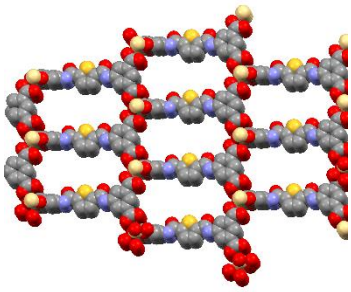
[*1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Eskişehir
[2]Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Emet Meslek Yüksekokulu, Kimya Teknolojisi Programı, 43700, Kütahya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: s.mervekusbasli@hotmail.com

Özet

Metal organik kafes yapılar çok fazla uygulama alanı olan inorganik-organik hibrit malzemelerdir [1]. Bu alanların başında gaz depolama, ilaç salımı, boyarmadde adsorpsiyonu, enerji depolama, biyosensör ve manyetizma gelmektedir [2]. Boyarmaddeler, endüstriyel atıksuların çevreye salınmasıyla su kirliliğine neden olmaktadır. Boyarmaddelerin toksik ve bozunmaya karşı dirençli olmaları tüm canlıların yaşamını olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple sulardaki boyarmadde kirliliğinin giderilmesi zorunlu hale gelmektedir. Adsorpsiyon, sulardaki kirlilikleri yüksek verimle uzaklaştıran, ekonomik ve kolay uygulanabilen bir yöntemdir.
Bu çalışmada, amid grubu içeren MOF ($\{[NH_2(CH_3)_2]_2[Cd(\mu_4\text{-TDBAT})]\cdot 3H_2O\cdot DMF\}_n$) yapısı sentezlenmiş, yapı karakterize edilmiştir ve sulu ortamdan metilen mavisi gideriminde adsorban olarak kullanılmıştır. Adsorpsiyona, adsorban miktarı, denge süresi, sıcaklık etkileri araştırılarak optimum adsorpsiyon koşulları tespit edilmiştir. X-ışınları analiz sonuçlarına göre, MOF'un üç boyutlu (3D) anyonik iskelet yapıya sahip olduğu görülmüştür (Şekil 1). MOF ile metilen mavisi boyarmaddesi %92,11 verimle sulu ortamdan uzaklaştığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Metal-organik kafes yapılar, Adsorpsiyon, Metilen mavisi



Şekil 1. Kompleksin 3D yapısı

Kaynaklar

[1] P. Falcaro, R. Ricco, C. M. Doherty, K. Liang, A. J. Hillb, M. J. Stylesb Chem. Soc. Rev. 2014, 43, 5513–5560.
[2] S. B. Ding, W. Wang, L. G. Qiu, Y. P. Yuan, F. M. Peng, X. Jiang, A. J. Xie, Y. H. Shen, J. F. Zhu, Mater. Lett. 2011, 65, 1385–1387.

Bu çalışma Kütahya Dumlupınar Üniversitesi tarafından 2022-13 nolu proje kapsamında desteklenmektedir.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Polimerik tıbbi cihazların ISO 10993-18'e göre yapılan karşılaştırmalı kimyasal karakterizasyonunda enstrümantal tekniklerin öneminin araştırılması

Ogün Bozkaya[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8381-8649)

[*1]Kırıkkale Üniversitesi, Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi, Fen ve Mühendislik Laboratuvarları, Kırıkkale, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:ogunbozkaya@kku.edu.tr

Özet

ISO 10993 (Tıbbi cihazların biyolojik değerlendirmesi) bölüm 18 (Bir risk yönetim süreci dahilinde tıbbi cihaz malzemelerinin kimyasal karakterizasyonu) standardı, tıbbi cihazınızın biyolojik güvenlik değerlendirmesine ilişkin daha ileri test stratejisi için yararlı olan bir tıbbi cihazın bileşenlerinin tanımlanması ve kantitatif tayinine yönelik çerçeveyi tanımlar. ISO 10993 kimyasal karakterizasyonun yanı sıra *in vitro* ve *in vivo* olmak üzere bir dizi test metotlarını içeren kapsamlı bir standarttır. Belgelendirme kuruluşları tıbbi cihaz üreticilerinden nihai ürüne ait bütün bu testlerin tamamını ya da piyasadaki onaylanmış muadil bir ürünle karşılaştırmalı kimyasal karakterizasyonunu talep edebilmektedirler. Bazı onaylanmış kuruluşlar kimyasal karakterizasyon için Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FT-IR) gibi tek bir tekniğin yeterli olabileceğini öne sürmektedirler. Bu çalışmanın amacı aynı hammaddeden üretilmiş polimerik tıbbi cihazların karşılaştırmalı kimyasal karakterizasyonu için birden fazla enstrümantal teknik kullanmanın önemini ortaya koymaktır. Bu çalışmada polipropilen polimerinden üretilmiş iki farklı üreticiye ait tıbbi cihazlar FT-IR, kütle spektrometresi (MS), diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ve termogravimetrik analiz (TGA) teknikleri kullanılarak karakterize edilmiştir. Elde edilen verilere göre FT-IR, DSC ve MS sonuçları arasındaki benzerlik >%98 iken TGA sonuçları arasında önemli bir farklılık saptanmıştır. Bu farklılık karşılaştırılan iki tıbbi cihazın her yönüyle birbiri ile özdeş olmadığını açıkça ortaya koymaktadır. Sonuç olarak ISO 10993-18'e göre yapılan kimyasal karakterizasyon çalışmalarında polimerler, seramik malzemeler, metaller ve alaşımları için önerilen test metotlarının mümkünse tamamı kullanılmalı ve sonuçlar birlikte değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Kimyasal karakterizasyon, ISO 10993, TS EN ISO 10993-18, tıbbi cihaz, polipropilen

➢ *ORAL PRESENTATION*

Optimization of *Galium aparine* tincture production conditions by response surface methodology

Safa Karaman[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1865-661X*)

[1]Nigde Ömer Halisdemir University, Engineering Faculty, Food Engineering Department, Nigde, Turkiye

*Corresponding author e-mail: safakaraman@ohu.edu.tr

Abstract

In this study, it was aimed to optimize the tincture production conditions with the hydroalcoholic extraction method from *Galium aparine* L. plant. In this context, the liquid/solid ratio and ethanol concentration, which are effective in the tincture production process, were selected as process variables and the change in the total phenolic content of the final product was determined by the response surface methodology and optimum tincture production conditions were determined. Liquid/solid ratio was selected as in the range of 3-10 mL/g and the ethanol concentration was in the range of 25-75%. The total phenolic content values of the tincture samples were determined in the range of 910-2620 mg GAE/L. The effects of both liquid/solid ratio and ethanol concentration on the total phenolic content of the final product tincture samples were found to be statistically significant. While the total amount of phenolic substance of the tincture samples decreased with the increase in the amount of solvent added per unit plant, the total amount of phenolic substance levels increased significantly with the increase in the amount of alcohol in the hydroalcoholic solution. As a result of the optimization study, it was concluded that the tincture containing the highest total phenolic content can be produced under conditions where the liquid/solid ratio is 4 mL/g and the ethanol level is 65%.

Key words: *Galium aparine*, tinture, phenolic, optimisation

➢ *ORAL PRESENTATION*

Fren Balatası Üretim Parametrelerinin Optimizasyonu İle Sürtünme Performansı Üzerine Etkileri

Buse YÜKSEL[1] (ORCID NO: 0000-0002-2877-6789),
Hakan AKAT[2], (ORCID NO : 0000-0003-4002-5352)
Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü / Malzeme Bilimi ve Mühendisliği
Eren Balatacılık San. Tic. A.Ş. , Ar-Ge Merkezi
b.yuksel@erenbalata.com.tr

Özet

Bu çalışmada karayolu ulaşımında en çok kullanılan binek ve ağır ticari araçların fren sisteminin en önemli elemanlarından olan disk fren balatası üzerine çalışılmıştır. Çalışma kapsamında farklı çeşit aşındırıcı malzemelerin, farklı partikül boyutu kullanılarak formülasyon dizaynı için 'Design Expert' programı ile aşındırıcıların Mohs sertlik değerine, partikül boyutuna ve partiküllerin geometrik şekilleri de göz önünde bulundurularak istatiksel şekilde deney tasarımı yapılmıştır. Hazırlanan formülasyonlar belirli bir proses parametrelerine göre ürün haline getirilerek; Sıkıştırılabilirlik Testi (ISO 6310), balatanın fren sistemi üzerinde performansını gösterdiği Atalet Dinamometresi(ISO 26865) ile simülasyon testi yapılmış ve test sonucunda karşı disk yüzeyine yüzey pürüzlülüğü(Ra, Rz) testi yapılmıştır. Sonuçlara bakıldığında Deneme 4'ün en yüksek sürtünme katsayısını verdiği görülerek (Yüksel B., Akat H. 2022*, METAL OKSİTLERİN VE SİLİKATLARIN FREN BALATASI SÜRTÜNME PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLERİ)* yeni çalışmamız bu formülasyon üzerinden proses parametreleri farklı basınç, sıcaklık ve hava alma sayısı çalışılarak devam edilmiştir. Üretime uygunluğu da göz önünde bulundurulduğunda, beklenen performansı karşılayan optimum değerler 250kgf, 160°C, 8 hava alma sayısı ile elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Disk Balata, proses, optimizasyon

➢ *ORAL PRESENTATION*

Comparison of the Activity of Lipase Enzyme on Different 4-Nitrophenyl Substrates

Nurcan Vardar Yel[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0994-5871)

[*1]Altınbas University, Vocational School of Health Services, Medical Laboratory Techniques, İstanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: nurcan.vardar@altinbas.edu.tr

Abstract

Microbial enzymes, which play a role in intra-biological reactions, are used in many different industries. Lipase has the most common use among hydrolytic enzymes. Lipase enzyme catalyzes the hydrolysis of ester bonds between lipid molecules. The activity of lipase enzyme is commonly measured by the spectrophotometric method. Para nitrophenol esters are commonly preferred for kinetic analysis. As a result of the hydrolysis of the p-nitrophenol substrates, the colored product is measured. In this study, five different substrates (p-nitrophenyl acetate, p-nitrophenyl butyrate, p nitrophenyl octanoate, p-nitrophenyl dodecanoate, p-nitrophenyl palmitate) were analyzed and compared. As a result, it was determined that the activity of the lipase enzyme varies according to the length of the carbon chain of the substrates. It was determined that the activity of lipase enzyme on p-nitrophenyl palmitate was very low. This may be because the carbon chain of p-nitrophenyl palmitate is long. The activity of wild lipase enzyme on the eight-carbon chain pNP-octanoate substrate was higher than the other substrates. Vmax values of wild lipase enzyme were calculated as 0.42 U/mg protein, 0.95 U/mg protein, 1.1 U/mg protein, 0.78 U/mg protein, 0.18 U/mg protein for pNP-acetate, pNP-butirate, pNP-octanoate, pNP-dodecanoate, pNP-palmitate, respectively. As a conclusion, with this study, the importance of the lipase enzyme in the industry has been emphasized once again. The activity of wild-type and variant enzymes was analyzed spectrophotometrically and the results were compared with the variants.

Keywords: lipase, p-nitrophenol, spectrophotometric assay

➢ *ORAL PRESENTATION*

Polimer modifiye bitümlü bağlayıcıların modifikasyon prosedüründe karıştırma parametrelerinin etkisinin araştırılması

Osman Dumanlı[1*] (ORCID: 0000-0003-3367-4602), Dilay Yıldırım Uncu[2] (ORCID: 0000-0001-8660-2114)

[*1]Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Manisa, Türkiye
[2] Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü Manisa, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:osmand415@gmail.com

Özet

Giderek küreselleşen ve gelişen dünyada, artan yük ve yolcu taşımacılığının büyük bir kısmı karayolları ile gerçekleşmektedir. Geçen son yarım yüzyılda ve günümüzde meydana gelen petrol krizleri ile oluşan saf bitüm tedarik problemleri ve karayollarında zamanla oluşan bozulmalar, çok sayıda katkının bitüm performansının geliştirilmesi ile ilgili çalışmalarda kullanılmasına neden olmuştur. Bu katkılar arasından Stiren-Butadien-Stiren (SBS) kopolimeri elastomer türü bir polimer olup, kullanımı oldukça yaygındır. Yapılan çalışmada SBS (Hiprene S) ile 50/70 penetrasyon değerine sahip saf bitüm kullanılarak polimer modifiye bitüm örnekleri üretilmiştir. Üretilen polimer modifiye bitümlü bağlayıcı örneklerinin modifikasyonunda, karıştırma koşullarının etkisi araştırılmıştır. Koşullar belirlenirken literatürde kullanılan karıştırma parametreleri değerleri göz önünde bulundurulmuş ve on iki farklı karıştırma parametreleri kombinasyonu oluşturulmuştur. Üretilen modifiye bitüm örneklerine geleneksel bitüm deneyleri uygulanarak, polimer modifiye bitümün özellikleri tespit edilmiş ve karıştırma parametrelerinin polimer modifiye bitümlü bağlayıcılarının özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Modifiye bitüm özelliklerinin değerlendirilmesi sonucunda, en uygun karıştırma parametreleri; karıştırma sıcaklığı 175±5°C, karıştırma hızı 2000 rpm ve karıştırma süresi ise 60 dakika olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Polimer modifiye bitüm, SBS, karıştırma parametreleri, modifiye bitüm özellikleri

➢ *ORAL PRESENTATION*

Investigation of ionophore properties of a bis–thiadiazole derivative molecule

Oğuz Özbek (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0001-5185-9681)

Zonguldak Bülent Ecevit University, Science and Technology, Application and Research Center, Zonguldak, Turkey

*Corresponding author e-mail: oguz.ozbek@beun.edu.tr

Abstract

The thiadiazole unit is a five–membered heterocyclic compound containing two nitrogen atoms and one sulfur atom. In particular, 1,3,4-thiadiazole derivative molecules are used in metal ion–selective sensors, materials chemistry and has a wide spectrum of biological activities [1, 2]. Ionophores are one of the most important components of ion–selective electrodes that interact directly with the analyte ion. Commercial ionophores are very costly chemicals. Therefore, recently researchers have turned to ionophore synthesis for low–cost sensor fabrication [3]. In this research, 5,5'-(1,4-phenylene)bis(1,3,4-thiadiazol-2-amine) (Figure 1) was synthesized and used as an ionophore in the composition of a PVC membrane electrode for the potentiometric determination of copper(II) ions. The developed electrode exhibited a near–Nernstian response in the concentration range of 1.0×10^{-6}–1.0×10^{-1} mol L^{-1} with a slope of 32.6 ± 3.3 mV/decade. The electrode has a very quickly response time, good repeatability and stability. The novel copper(II)–selective electrode has a wide working pH range of 4.0–9.0. Finally, the electrode was successfully applied to direct determination of copper(II) ions in different real samples.

Keywords: Ionophore, thiadiazole, ion–selective electrode, potentiometry.

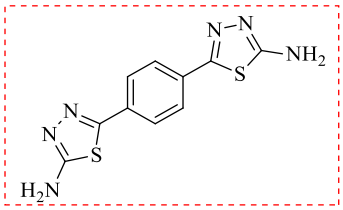


Figure 1. The chemical structure of 5,5'-(1,4-phenylene)bis(1,3,4-thiadiazol-2-amine)

Acknowledgements

The author thanks to Zonguldak Bülent Ecevit University, Scientific Research Projects Commission (Project Number: 2022-12528785-01).

References

[1] Morrison RT, Boyd RN. *Organic Chemistry*. 6th edition. New Delhi, India: Prentice Hall; 2005.
[2] Sharma B, Verma A, Prajapati S, Sharma UK (2013) *Int. J. Med. Chem.* **2013**, 348948.
[3] Özbek O, Çetin A, Koç E, Isildak Ö (2022) *Electrocatalysis* **13**, 486–493.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Morgan-Voyce Polynomial Approach For Fractional Riccati Differential Equations

Elçin Gökmen* (ORCID: 0000-0003-1208-1875)

Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Muğla, Turkey.

*Corresponding author e-mail: egokmen@mu.edu.tr

Abstract

In this work, the Morgan-Voyce series solution method is constituted to solve fractional order Riccati differential equations. This method involves the basic matrix structures achieved from expansion of Morgan-Voyce polynomials at collocation nodes. The error estimation is constructed by means of the residue term. The validity of the method is checked by using a residual error analysis. Through an effective algorithm written on any computer programme, the method provides direct and immediate computation. To perform the numerical scheme some test problems are analysed. Numerical results such as errors, computation time are submitted by the tables and figures.

Keywords: Morgan-Voyce polynomials, Fractional Riccati Differential Equations, Caputo Fractional Derivatives, Error Estimation.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Examining the impact of furan on Sertoli cell function

Yasemin Ülkü Dikbasan[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3191-648X), Yasemin Aydın [2*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4338-4687)

[1] Istanbul University, Institute of Graduate Studies in Science and Engineering, Department of Biology, Istanbul, Turkey.
[*2] Istanbul University, Faculty of Science, Department of Biology, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: yastun@istanbul.edu.tr

Abstract

The inquiry into food contaminants formed through heat treatments began with the discovery of acrylamide, a possible carcinogen found in cooked and carbohydrate-rich foods. One of these heat-born food toxicants is furan (C_4H_4O), an organic, colorless molecule with a high volatility and low boiling point. According to research conducted thus far, it has been shown that common foods like coffee, canned and jarred foods, baby foods, as well as cooked or fried cereal products, contain high amounts of furan. These findings indicate that exposure to furan from various sources is typical for people. Due to the potential harmful effects of furan, it is crucial to assess its risk and toxicity. Many studies have been conducted on the hepatotoxic, neurotoxic, nephrotoxic, carcinogenic, and disruption of the hormone system effects of furan on mice, rats, and humans. Sertoli cells, a crucial component of the male reproductive system, have not yet been the subject of any studies demonstrating how furan impacts intracellular dynamics. Understanding the method by which chemicals like furan, which we cannot avoid due to our dietary habits, damage Sertoli cells is essential because of the increase in infertility over the past few years. In this study, Sertoli cells were exposed to furan at varying concentrations (0-3000 μM) for 24 hours. Cell viability, cell membrane permeability, lipid peroxidation, antioxidant system enzyme levels, and apoptosis rates were examined to ascertain the impact of furan on the function of Sertoli cells. The results showed that furan, at applied concentrations, stimulated oxidative damage by disrupting the function of antioxidant enzyme activities and inducing lipid peroxidation in Sertoli cells. In addition, the results indicate that furan induces cytotoxicity and apoptosis, leading to Sertoli cell damage and thus male infertility.

Keywords: Antioxidant system, Cytotoxicity, Furan, Oxidative stress, Sertoli cells.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Bisfenol A'ya Maruz Kalan Erkek Rat Böbreklerine Ait Parafin Kesitlerde Oksidatif Hasarın 8-Hidroksi-2-Deoksiguanozin Kullanılarak Gösterilmesi

Feyza BAŞAK[1] (https://orcid.org/0000-0002-9335-1103), Tansu KUŞAT[1] (https://orcid.org/0000-0001-7237-1562), Emine Ümran ÖRSÇELİK[2] (https://orcid.org/0000-0002-9616-7053)

[1]Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji ve Embriyoloji Anabilim Dalı, Karabük, Türkiye
[2]Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Kırıkkale, Türkiye

Özet

Bisfenol A (BPA; 4,4'-dihidroksi-2,2-difenilpropan; CAS 80-05-7) ilk olarak 1890'larda sentetik bir östrojen olarak geliştirilmiştir. BPA, polikarbonat plastiklerin, metal kutuları kaplamak için kullanılan epoksi reçinelerin üretiminde; oyuncaklar, su boruları, içme kapları, gözlük camları, spor güvenlik ekipmanları, diş monomerleri, tıbbi ekipman ve borular ve tüketici elektroniği dahil olmak üzere birçok plastik tüketici ürününde kullanılmaktadır. BPA'nın günlük hayatta yaygın olarak kullanılması nedeniyle; ağız, solunum ve deri gibi çeşitli yollarla BPA'ya maruziyet söz konusu olmaktadır. Yapılan çalışmalarda insanda, serum, idrar, plasental doku, göbek kordonu kanı ve anne sütünde BPA'nın yaygın olarak bulunduğu bildirilmiştir ve bu maruziyetin küresel düzeyde olduğu ortaya koyulmuştur.
Son dönemlerde BPA'nın östrojenik özelliklerinden çok, vücuttaki diğer doku ve organlar üzerindeki toksik ve oksidatif strese yol açan etkileri üzerinde durulmuştur. Oksidatif stresin, farklı mekanizmalar ile DNA üzerinde pek çok hasara yol açtığı bilinmektedir. DNA'da oluşan bu oksidatif hasar, mutagenezisin, karsinogenezisin ve yaşlanmanın göstergesidir. Guanin DNA bileşenleri içerisinde serbest radikallerin etkilerine en açık olanıdır. 8-hidroksi-2-deoksiguanozin, oksidatif DNA hasarının duyarlı bir göstergesidir.
Ağız yoluyla BPA'nın böbrek üzerinde oluşturduğu oksidatif hasarı belirlemek için böbrekten aldığımız kesitlere 8-hidroksi-2-deoksiguanozin antikoru kullanarak yaptığımız immunohistokimya boyaması sonucunda, BPA'nın böbrekte özellikle korteks bölgesinde şiddetli oksidatif hasara yol açtığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: BPA, Böbrek, 8-hidroksi-2-deoksiguanozin, rat

➢ *ORAL PRESENTATION*

Forecasting Tourism Income of Turkey

SuraFaez Ali AL-HADHARIN[1*] (ORCID: https://orcid.org /0000-0003-3736-9517), Vedide Rezan Uslu[2] (ORCID: https://orcid.org/0000_0003_2648_4956)

[*12]University of Ondokuz Mayıs, Graduate School, MSc Student, Statistics, Samsun, Turkey.
[2]University of Ondokuz Mayıs, Faculty of Science, Department od Statistics, Samsun, Turkey.

*Corresponding author e-mail: Nadasura59@gmail.com

Abstract

Tourism is regarded as important to the economies of the world because it has many benefits for boosting the economy and creating various opportunities such as jobs, developing economic growth as well as helps to exchange culture among both foreign and citizens. Tourism income is defined as the total individual and package tour expenditures made in Turkey by foreigner and citizen visitors resident in abroad (excluding real estate expenditures, repair-maintenance expenses for residences, durables, transfers etc.). Tourism income includes the expenditure on food and beverages, accommodation, health, transportation in Turkey, sports, education, culture, international transportation with Turkish firms, mobile phone roaming expenditures, marina service expenditures, souvenirs etc. Turkish economy relies on tourism income for a big percentage of its revenue. That is why it is important to predict what tourism income will be in the future. In this study for this purpose the time series forecasting methods, which are classical and recent approaches such that Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), Exponential Smoothing and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System, have been applied to the data of Tourism income obtained from Turkish Statistical Institute (TÜİK) and the results were compared according to the test performance measure as Root Mean Square Error (RMSE) to define a best model for the data. The result show that ANFIS give us outperform with smallest RMSE when compared to the other models.

Keywords: Tourism income, ANFIS, ARIMA, Holt-Winter, RMSE

➢ *ORAL PRESENTATION*

Nano-and micro-sized silver particles doped epoxy composites for ionizing radiation shielding

Nureddin Ertuğrul Kalkan[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7628-0908),
Mehmet Kılıç[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1882-0405)

[*1]Yildiz Technical University, Graduate School of Science and Engineering, Physics, Istanbul, Türkiye
[2]Yildiz Technical University, Faculty of Science and Letters, Physics Department, Istanbul, Türkiye

*Corresponding author e-mail: ertugrulkalkan13@gmail.com

Abstract

This study is dedicated to examining and comparing the radiation shielding ability of epoxy resin, a thermoset polymer, reinforced with micro and nano-sized silver particles, against gamma rays with 81 keV and 356 keV energies emitted from Ba-133 ionizing radiation source. For this purpose, commercially available micro-and nano-sized silver particles have been added to the epoxy resin matrix in different weight percentages changing from 2% to 16%. Both the reference material ie. pure epoxy and the composites include the epoxy resin and a suitable hardener in 2:1 ratio. The physical structural properties of the reinforcing particles have been identified by using Fourier Transformed Infrared Spectroscopy, X-Ray Diffraction technique along with scanning and transmission electron microscopes (SEM and TEM). To determine the radiation shielding performance of the samples, an experimental setup consisting of Ba-133 radioactive point source, NaI(Tl) detector, lead collimators, amplifiers, a multichannel analyzer, and MAESTRO 32® software has been utilized. The experiments have been carried out by using narrow beam geometry. The radiation shielding performances of the samples have been evaluated in terms of mass attenuation coefficient (□/□), half value layer (HVL), and mean free path (MFP) parameters for each photon energy. Furthermore, the effect of the addition of micro-and nano-sized silver particles on the radiation shielding ability of the epoxy resin has been compared by using the particle size effect (PSE) factor. The results have shown that with increasing both micro and nano additive percentages epoxy resin's ability to shield ionizing radiation improves and nanoparticle additive is more successful, especially at low Ag additive percentages.

Keywords: Epoxy resin, Silver particles, Ionizing radiation shielding, Ba-133 source, Mass attenuation coefficient, Particle size effect.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Temperature and frequency dependent electrical properties of Eu substituted Y-Ba-Cu-O perovskite ceramic

Serlin İç[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3746-7213), Mehmet Kılıç[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1882-0405)

[*1]Yildiz Technical University, Graduate School of Science and Engineering, Physics, Istanbul, Turkey.
[2]Yildiz Technical University, Faculty of Science and Letters, Physics Department, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: serlinic@gmail.com

Abstract

Ceramic capacitors with fast charge-discharge capabilities, high power densities, long cycles, excellent chemical stability, and mechanical strength show strong features can compete with their traditional competitors in energy storage applications. Based on this strong motivation, it has been focused on the determination of the potential of use as a dielectric layer in energy storage systems of copper oxide layered perovskite ceramic materials based on rare earth elements Yttrium (Y) and Europium (Eu). In this context, $(Y_{0.5}Eu_{0.5})Ba_2Cu_3O_{7-y}$ has been synthesized by the solid-state reaction method. While the structural features of the ceramic have been determined by scanning electron microscopy (SEM) and X-ray diffraction (XRD) analyses, its frequency-dependent electrical properties have been measured by an impedance analyzer between room temperature to 250 ºC. The frequency-dependent electrical properties have been evaluated in the context of the real and imaginary components of complex impedance (Z' and Z''), the real and imaginary parts of complex electrical permittivity (ε' and ε''), loss tangent ($\tan\delta$), and alternating current (ac) conductivity in the 10 Hz-20 MHz range. It has been found that the $(Y_{0.5}Eu_{0.5})Ba_2Cu_3O_{7-y}$ ceramic material has considerably high ε' at each temperature operated which is a promising result for the usage of the ceramic in high-performance capacitor applications. Moreover, the activation energy of the ceramic has been calculated by using the Arrhenius plot of the direct current (dc) conductivity of the sample. Furthermore, the last part of the study has been devoted to examining the conductivity mechanism of the ceramic. Based on the temperature dependence of the frequency and also its values imply the dominant charge transport mechanism as the correlated barrier hopping model.

Keywords: Perovskite ceramic, Europium, Yttrium, Complex impedance, Complex electrical permittivity, Ac Conductivity.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Tensile properties of nano Bi_2O_3 reinforced LDPE films

Nazlıcan Şahin[1*] (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-0143-3946), Zeynep Güven Özdemir[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5085-5814)

[*1]Yildiz Technical University, Graduate School of Science and Engineering, Physics, Istanbul, Türkiye
[2]Yildiz Technical University, Faculty of Science and Letters, Physics Department, Istanbul, Türkiye

*Corresponding author e-mail: nazlican.sahin97@gmail.com

Abstract

Due to its customizable properties based on molecular conformation, it is a commercial polymer that is frequently preferred in many applications with its various forms (film, pipe, etc.) in a wide range from polyethylene packaging to electrical insulation. Low-density polyethylene (LDPE), characterized by long branches, is a flexible and tough polymer. Mechanical strength properties are still desired to be improved by using different filler particles in micro-and nano-sized. In this context, nano Bi_2O_3 particles synthesized by the solvothermal method in this study were used as reinforcing particles for LDPE. The morphology and particle size determination of the synthesized nanoparticles have been determined by imaging with a transmission electron microscope (TEM); the crystal structure has been identified by XRD analysis. Bi_2O_3 nanoparticles have been added to finely pulverized LDPE powder as 0.5%, 0.75%, 1%, 1.5%, and 2% by mass, and homogeneous mixtures obtained with the help of a single screw extruder have been formed into thick films by hot press. Chemical properties of pure LDPE and LDPE/Bi_2O_3 films have also been determined by Fourier Transformed Infrared (FTIR) spectrometry and the composite formation has been confirmed. The tensile properties of thick film samples have been evaluated in the context of mechanical parameters such as Young's modulus, tensile strength, stiffness, strain at break, stress at break, etc. calculated from the stress-strain curves obtained from mechanical tensile tests. The results have shown that there is a remarkable improvement in the mechanical properties of LDPE, especially at low Bi_2O_3 additive percentages.

Keywords: LDPE, Bi_2O_3, Solvothermal synthesis, Mechanical tensile test, Young modulus, Tensile strength.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Eliptik Bölünebilir Diziler

İpek Çolak (https://orcid.org/0000-0001-6729-3205)

Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Bursa, Türkiye

Sorumlu yazar e-mail: ipekk3353@gmail.com

Özet

Bu çalışmada lineer olmayan ve Lucas dizilerinin bir genelleştirmesi olan eliptik bölünebilir diziler ele alınacaktır. Lucas dizilerinin terimleri ikinci derece denklemlerin köklerinin simetrik fonksiyonları olarak ifade edilebildiği gibi trigonometrik fonksiyonlarla da ifade edilebilirler. Bununla birlikte eliptik bölünebilir diziler lineer olmayan bir indirgeme bağıntısı gerçeklerler ve bu dizilerin terimleri Weierstrass sigma fonksiyonu yardımıyla ifade edilebilir. Bu konuşmada Ward'ın makalesinde yer alan bazı sonuçların ve teoremlerin bir kısmı ele alınacaktır. İlk olarak eliptik bölünebilir dizi tanımı ele alınacak ve bazı örnekler verilecektir. Daha sonra eliptik bölünebilir diziler için verilen toplama ve duplikasyon formülleri üzerinde durulacaktır. Son olarak eliptik bölünebilir dizilerle bir eliptik eğrinin bölüm polinomları arasındaki ilişkiler üzerinde durularak bu dizilerin periyodiklik özellikleri ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Lucas dizileri, eliptik bölünebilir diziler, eliptik eğriler.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Bazı oleoresinlerin kullanımının marine hindi göğüs etinin duyusal özellikleri üzerine etkisi

Hamide BABAARSLAN[*1](*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-2036-0594), Ümran ÇİÇEK[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7327-0277),* Zeynep PAPAKER[3](*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-0731-9829,

[*1]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Tokat, Türkiye
[2]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Tokat, Türkiye,
[3]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Tokat, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: hamide.babaarslan6660@gmail.com

Özet

Bu çalışma ile marine hindi göğüs eti üretiminde %0.5 ve %1 oranlarında sarımsak (0.5SA, 1SA), kimyon (0.5KİM, 1KİM) ve muskat (0.5MUS, 1MUS) oleoresinleri kullanımının ürünün renk ve duyusal özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla yerel bir firmadan temin edilen hindi göğüs etleri kuşbaşı büyüklüğünde doğrandıktan sonra +4°C' de 12 sa süreyle marine edilmiş ve marine edilen hindi göğüs etlerinin duyusal özellikleri (renk, tat, koku, tekstür, acılık hissi (baharat kaynaklı), genel beğeni), renk değeri (CIE $L^*a^*b^*$) ve genel bileşimi (nem, yağ, protein, kül, tuz) belirlenmiştir. Marine hindi göğüs etlerinin nem, yağ, protein, kül ve tuz içeriklerinin sırasıyla %71.37-73.61, %0.84-1.75, %21-23.54, %1.71-2.0, %0.32-0.55 aralığında olduğu belirlenmiştir. CIE L^* a^*b^* değerlerinin sırasıyla 42.83-46.65, 4.74-6.25, 3.60-6.23 aralığında değiştiği gözlenmiştir. Oleoresin kullanımının a^* ve b^* değerleri üzerine etkisinin istatistiki açıdan önemli olduğu ve en yüksek a* değerinin 1MUS grubuna ve en yüksek b* değerinin ise 0.5MUS grubuna ait olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Farklı oleoresin kullanımının L^* değeri üzerine etkisinin istatistiki açıdan önemsiz olmasına karşın en yüksek L* değerinin 0.5KİM grubuna ait olduğu gözlenmiştir ($p>0.05$). Marine hindi göğüs etlerinin duyusal değerlendirmesinde tat, koku, acılık hissi ve renk özellikleri açısından gruplar arasındaki farkın istatistiki açıdan önemsiz olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$). Genel beğeni ve tekstür değerleri incelendiğinde, 1KİM grubunun en yüksek değerlere sahip olduğu ve bunu sırasıyla Kontrol, 0.5SA, 0.5KİM, 0.5MUS, 1SA ve 1MUS gruplarının takip ettiği gözlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilere göre marine hindi göğüs eti üretiminde renk değerleri ve duyusal özellikler dikkate alındığında %1 oranında muskat ve kimyon oleoresinlerinin kullanımının etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Hindi eti, oleoresin, marinasyon, renk, tat, koku.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Tannin Incorporation Onto Chitosan With Maleic Anhydride For UV Active Biomaterials

Batuhan GÜNGÖRMEZ* (ORCID: 0000-0002-5910-3341), Cüneyt H. ÜNLÜ (ORCID: 0000-0001-7337-9697)

Istanbul Technical University, Science & Letters Faculty, Chemistry Department, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: gungormez20@itu.edu.tr

Abstract

Chitosan is nontoxic and has superior bioavailability, biodegradability, and adsorption characteristics. Due to these characteristics, it may be used for a wide range of purposes, including wound healing, drug carrier, food packaging, dietary supplements, chelating agents, and pharmaceutical and biomaterials prepared as films. Another naturally occurring substance tannins, which are a class of polyphenolic compounds, show antimicrobial and antioxidative effects. They are essential in many respects, such as crosslinking with chitosan. In this study, the synthesis of tannin-modified chitosan using maleic anhydride as a binder. Syntheses were performed using different proportions of chitosan, tannin, and maleic anhydride. Using different conditions resulted in different amounts of material. The effect of the amounts of the changed components on the product yield was observed. Obtained materials were characterized with spectral and physical methods. According to FTIR and NMR results, it was observed that the desired material was formed. The synthesized materials' intrinsic viscosities were determined by dilution viscometry. The viscometry results also supported spectral results as solution behavior has changed.

Keywords: chitosan, tannin, maleic anhydride, biomaterials

➢ *ORAL PRESENTATION*

Wiener-Hopf Analysis of Acoustic Waves from a Coaxial Pipe

Ayse Tiryakioglu[1] (ORCID: 0000-0002-7570-0461), Burhan Tiryakioglu[2*] (ORCID: 0000-0003-1448-6147)

[1]Gebze Technical University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Kocaeli, Turkey.
[*2]Marmara University, Faculty of Science, Department of Mathematics, İstanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: burhan.tiryakioglu@marmara.edu.tr

Abstract

Radiation of acoustic waves by a coaxial pipe with an inner lining and perforated screen is analyzed. Both Wiener-Hopf and Mode-Matching techniques are used to solve the problem. The solution of this study contains an infinite set of coefficients satisfying infinite systems of linear equations. These infinite equation systems are truncated at a certain number and the solution is obtained numerically. Acoustic lining and perforated screen used in geometry make the solution more complicated but are important for engineering applications. In particular, such geometries can be used to reduce the sound pressure level.

Keywords: Wiener-Hopf, Mode-Matching, partial lining, perforated screen.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Corrosion behaviour of 316L stainless steel coated with Cu, Ni, Zn doped PCL nanofibers in Phosphate Buffered Saline Solution (PBS)

Ersin Kamberli[1*] (0000-0001-9047-4274), Fatma Kandemirli[1] (0000-0001-6097-2184),

[*1] Kastamonu University, Faculty of enginnering and architecture, Biomedical Engineering, Kastamonu, Türkiye

*Corresponding author e-mail: ekamberli@kastamonu.edu.tr

Abstract

316L type stainless steel is used in many orthopedic applications at the present time. Therefore, the corrosion resistance of stainless steel in the body is important for the lifetime of the implant. Coating the steel with a biocompatible polymer will give it an advantage in terms of corrosion resistance. PCL is also one of the biocompatible synthetic polymer. PCL nanofibers were produced by electrospinning method, then Zn acetate dihydrate were doped in the PCL solution and Zn doped PCL nanofibers were produced by electrospinning, finally Nickel(II) acetate tetrahydrate, Cu(II) acetate, Zn acetate dehydrate were doped in the PCL solution and Cu-Ni-Zn doped PCL nanofibers were obtained by electrospinning. The stainless steel electrode surfaces were coated with PCL polymer nanofibers, Zn doped PCL nanofibers and Cu-Ni-Zn doped PCL nanofibers separately by electrospinning method. Then, the corrosion behavior of these three coated stainless steel, was tested by electrochemical methods in PBS. The performance of coating has been evaluated by electrochemical methods, potentiodynamic polarization, linear polarization resistance and impedance spectroscopy. The order of inhibition efficieny was found as Nickel(II) acetate tetrahydrate, Cu(II) acetate, Zn acetate dehydrate doped nanofibers > Zn doped nanofibers > PCL nanofibers.

Keywords: Corrosion, 316L stainless steel, polycaprolactone, electrospinning, electrochemical studies

➢ *ORAL PRESENTATION*

Electrochemical investigation and voltammetric quantification of Idarubicin by DNA based disposable biosensor

Hasret SUBAK[1*] (ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0100-2529)

[*1]Yuzuncu Yil University, Faculty of Pharmacy, Analytica Chemistry Department, 65010, Van, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ecz.hasrets@gmail.com

Abstract

Idarubicin (IDA) is an antitumor antibiotic that behaves an anthracycline antileukemic agent. IDA effects topoisomerase II by binding DNA so prevents DNA unraveling. Although it is in an antibiotic drug class, it is widely used in the treatment of leukemia (Eda Satana Kara, 2014)(Eda Satana Kara, 2014; Foroughi & Jahani, 2022). In this study we investigate IDA by using disposable DNA biosensors. The primary objective of this research is to establish a practical method for idarubicin analysis by utilizing a voltammetric approach at the pencil graphite electrodes which is modified by DNA that is not only simple, sensitive & but also selective and easy to apply (Selvolini et al., 2021; H. Subak & Ozkan-Ariksoysal, 2018; Hasret Subak et al., 2021). Inresearch, the most important reports on the determination of IDA are based on ultra-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry and isotopic dilution liquid chromatography tandem mass spectrometry. However, no study was found in which the results of electrochemical analysis of IDA with DNA were compared with UV binding prossedure. In this case, the ability of compounds to bind to DNA can be determined by UV. The aim of the study is to compare the UV and electrochemical results and to elucidate the effect mechanism of IDA on DNA. The resuls of these two different methods have been compared together for the first time.

Keywords: DNA, biosensors, Idarubicin

References

Eda Satana Kara, H. (2014). Redox mechanism of anticancer drug idarubicin and in-situ evaluation of interaction with DNA using an electrochemical biosensor. *Bioelectrochemistry*, *99*, 17–23. https://doi.org/10.1016/j.bioelechem.2014.06.002

Foroughi, M. M., & Jahani, S. (2022). Investigation of a high-sensitive electrochemical DNA biosensor for determination of Idarubicin and studies of DNA-binding properties. *Microchemical Journal*, *179*(January), 107546. https://doi.org/10.1016/j.microc.2022.107546

Selvolini, G., Subak, H., Taneri, B., Ozkan-Ariksoysal, D., & Marrazza, G. (2021). Chapter 6 - Electrochemiluminescent and photoelectrochemical aptasensors based on quantum dots for mycotoxins and pesticides analysis. In B. B. T.-E. A. of Q. D.-B. B. Uslu (Ed.), *Micro and Nano Technologies* (pp. 185–208). Elsevier. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821670-5.00012-9

Subak, H., & Ozkan-Ariksoysal, D. (2018). Label-free electrochemical biosensor for the detection of Influenza genes and the solution of guanine-based displaying problem of DNA hybridization. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, *263*. https://doi.org/10.1016/j.snb.2018.02.089

Subak, Hasret, Selvolini, G., Macchiagodena, M., Ozkan-Ariksoysal, D., Pagliai, M., Procacci, P., & Marrazza, G. (2021). Mycotoxins aptasensing: From molecular docking to electrochemical detection of deoxynivalenol. *Bioelectrochemistry*, *138*, 107691. https://doi.org/10.1016/j.bioelechem.2020.107691

➢ *ORAL PRESENTATION*

Gıda Ambalajı Olarak Kullanılacak Elektrospinlenmiş Grafen Oksit Katkılı PCL/PVP Nanokompozitleri

Deniz Köroğlu[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1765-0558), Ş. Melda Eskitoros-Togay[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7473-8417), Nursel Dilsiz[3] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6496-0487)

[*1,3] Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
[2] Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Sağlık Meslek Yüksekokulu, Eczane Hizmetleri Bölüm, Ankara, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: deniizkoroglu@gmail.com

Özet

Gıda ambalajı, ambalaj endüstrisinin önemli bir bölümünü oluşturmakta olup gıdaları korumak, güvenilir bir şekilde taşımak, oksijen, nem, bakteri ve darbeler gibi etkenlerden korumak amacıyla kullanılan malzemelerdir. Bu malzemelerin biyobozunur, biyouyumlu, çevre dostu ve yenilenebilir kaynaklardan üretilmesi önemlidir. Günümüzde kullanılan gıda ambalajları, istenen mekanik özellikler, esneklik, termal kararlılık, gaz ve su buharı bariyer özellikleri bakımından yeterli değildir. Bu nedenle, biyolojik olarak parçalanabilen polimerlerden üretilen elektrospun matlar potansiyel uygulamaları nedeniyle daha çok dikkat çekmiştir [1]. Yapılan literatür çalışmalarına göre biyobozunur özellikteki ambalajlara ilave edilen destek malzemeleri ile birçok özelliğinin iyileştirilebileceği görülmüştür. Elektrospinleme; yüksek gözenekliliğe ve yüzey-hacim oranına sahip lifler üretmek için etkin, basit ve uygun maliyetli bir yöntemdir. Gıda ambalajı uygulamaları için elektrospinlenmiş liflerin üretimi hem sentetik hem de doğal polimerlerle gerçekleştirilebilmektedir [2]. Bu çalışmada da biyouyumlu ve biyobozunur polimerlerden biri olan, rahat spinlenebilen [3] polikaprolakton (PCL) ile kolay işlenebilen ve yüksek hidrofilikliğe [4] sahip polivinilpirolidon (PVP) biyopolimerleri kullanılmıştır. Kullanılan biyopolimerlerin özelliklerinin iyileştirilmesi için farklı konsantrasyonlarda grafen oksit (GO) ilave edilerek elektrospinleme yöntemi ile nanokompozit lifleri üretilmiştir. Gıda ambalajı olarak kullanılacak bu nanokompozitlerin özellikleri; SEM, FTIR, XRD, temas açısı analizleri ve su absorplama testi ile incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gıda Ambalajı, Elektrospinleme, Nanokompozit, Polikaprolakton, Polivinilpirolidon

Kaynakça

[1]. Jia-hui Wu, Teng-gen Hu, Hong Wang, Min-hua Zong, Hong Wu, Peng Wen, Electrospinning of PLA Nanofibers: Recent Advances and Its Potential Application for Food Packaging, J Agric Food Chem 70 (2022), pp 8207-8221, doi.org/10.1021/acs.jafc.2c02611
[2]. Hemmati, F., Bahrami, A., Esfanjani, A.F., Hosseini, H., McClements, D.J., vd. (2021). Electrospun antimicrobial materials: Advanced packaging materials for food applications. Trends in Food Science & Technology, 111, 520-533.
[3]. Ramazani, S., Karimi, M. (2015). Aligned poly(ε-caprolactone)/graphene oxide and reduced graphene oxide nanocomposite nanofibers: Morphological, mechanical and structural properties. Materials Science and Engineering: C, 56, 325-334.
[4]. Song, Y., Zhang, H., Huang, H., Zhang, Y., Wang, H. vd. (2022). Allicin-Loaded Electrospun PVP/PVB Nanofibrous Films with Superior Water Absorption and Water Stability for Antimicrobial Food Packaging. ACS Food Science and Technology, 2, 941-950.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Yazarkasa üzerinden tetiklenen stoksuz satış (dropshipping) modeli entegrasyonu

Yasemin Kemal[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8556-0458), Emre Kurt[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9823-7222), Evren Ersoy[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3030-5169), Ahmet Feyzioğlu[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0296-106X)

[1] Mobil Bilişim Hizmetleri San. ve Tic. Ltd. Şti., Ar-Ge Merkezi, İstanbul, Türkiye
[2] Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: yasemin.kemal@biotekno.com.tr

Özet

Son yıllarda e-ticaretin yaygınlaşması ile web ve mobil uygulamalar üzerinden kullanıcıların alışveriş yapma alışkanlıkları oluşmuştur. Özellikle Covid-19 salgını ve pandeminin etkisi ile e-ticarette işlem hacimleri gitgide artmıştır. E-ticaretin artışı ile birlikte stoksuz satış modeli ile pazaryerleri operasyonel ve maliyetlerini minimize etmişlerdir. Stoksuz satış bir diğer adıyla dropshipping, ürünleri stoklamaya ve depolamaya gerek kalmadan, alıcı ve satıcı arasında bir köprü oluşturarak yapılan bir e-ticaret modelidir. Dropshipping e-ticaret modelinde alıcı, satıcı ve tedarikçi olmak üzere üç temel taraf vardır. Bu satış modelinde işi yürüten temel taraf satıcıdır. Stoksuz e-ticaret yapan satıcı, stoklarını tutmadığı ve depolamadığı ürünleri e-ticaret sitesi üzerinde ya da sanal pazar yerlerinde satar. Müşteriler yani alıcılar ise ürünü sipariş eder. Gelen sipariş ise ürünün asıl satıcısına, yani üretici ya da tedarikçiye iletilir.
Web ve mobil uygulamalar ile e-ticaret alışverişi satıcılar stok maliyetlerine katlanmadan ürün satabilir hale gelmişlerdir. Geleneksel ticaret ile yeni e-ticaret modelleri karşılaştırıldığında, dropshipping günümüz kullanıcı alışkanlıklarına uyumlu olması sebebiyle birçok firma tarafından tercih edilmektedir. Web ve mobil uygulamalarda farklı programlama dilleri ile satıcı deposundan ya da tedarikçi deposundan gönderim modelleri tercih edilmektedir. Dropshipping ise ticari açıdan birçok fayda sunmaktadır.
Zincir marketler, fiziki perakende mağazaları teknik açıdan web ve mobil uygulamalar açısından bu konuda yeterliliğe sahip olsalar bile fiziki mağaza içerisinde yazarkasa yeteneklerinin sınırlı olması sebebiyle bu faaliyetlerini kasaya entegre bir şekilde sürdürmekte operasyonel ve teknik yetersizlik ile karşılaşmaktadırlar.
Bu kapsamda Mobiliva Ar-Ge Merkezi projesi olarak yazarkasa üzerinden tetiklenen dropshipping modeli entegrasyonu geliştirilmiştir. Yazarkasalar içerisinde çalışan kasa yazılımlarına API (Application Programming Interface) teknolojileri kullanılarak satıcı, tedarikçi, ERP, müşteri ve kasa süreçleri entegre bir şekilde yürütebilir olmuşlardır. Bu sayede mağazada ürün bulundurma zorunluluğunu ortadan kaldırarak API entegrasyonu ile kasadan satış yapılması ve web teknolojileri ile satıcı ve tedarikçi konumundaki tarafların yönetebilir bir yapıda dropshipping yapabilmesi sağlanmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Stoksuz satış, API entegrasyonu, E-ticaret, İş modeli

➢ *ORAL PRESENTATION*

On 1-Absorbing Bipolar Fuzzy Primary Ideals of Commutative Semirings

Ilayda Kaplan[1*] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-6198-1573), Erdogan Mehmet Ozkan[2] (ORCID:https://orcid.org/0000-0003-2341-6626), Serkan Onar[3] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3084-7694), Ayten Ozkan[4] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3948-1943)

[1*] Yildiz Technical University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Istanbul, Turkey.
[2]Yildiz Technical University, Faculty Of Chemical And Metallurgical Engineering, Department Of Mathematics Engineering, Istanbul, Turkey.
[3]Yildiz Technical University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Istanbul, Turkey.
[4]Yildiz Technical University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: kaplanilayda53@gmail.com

Abstract

The goal of this research is to look at the algebraic structure of 1-absorbing ideals and how they may be applied to bipolar fuzzy sets, as well as the linkages and algebraic features that exist between them. The 1-absorbing bipolar fuzzy primary ideal is examined in this study as an addition to the literature. In this research, 1-absorbing bipolar fuzzy primary ideal are defined, and 1-absorbing ideals and bipolar sets are used to illustrate instances and theorems.

Keywords: Bipolar sets, fuzzy ideals, 1-absorbing fuzzy primary ideals, 1-absorbing bipolar fuzzy primary ideals.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Cıva kloridin ratların böbrek dokusunda oluşturduğu histopatolojik etki üzerine mirisetinin koruyucu rolü

Işıl Yıldırım[1*] (*ORCID ID: 000-0001-6810-8761*), Filiz Demir[2] (ORCID ID: 000-0003-2337-9888)

[*1]Biyoloji ABD / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye
[2]Biyoloji Bölümü / Fen-Edebiyat Fakültesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: i_s_i_l05@hotmail.com

Özet

Cıva (Hg) ağır metaller içerisinde oldukça toksik çevresel ve endüstriyel bir kirleticidir. Cıvanın böbrek de dahil pek çok doku ve organa zarar verdiği bilinmektedir. Bitkisel kaynaklı bir flavanoid olan mirisetin ise güçlü antioksidan özelliklere sahip bir bileşiktir. Bu çalışmanın amacı çevresel bir kirletici olan cıva kloridin ratların böbrek dokusunda yaptığı histopatolojik etki üzerine mirisetinin koruyucu rolünün olup olmadığını araştırmaktır. Bu çalışmada 360-380 gr ağırlığında toplam 24 adet erkek Wistar rat kullanılmıştır. Ratlar; kontrol (1mg/kg distile su), mirisetin (50mg/kg), cıva klorid (1mg/kg), ve mirisetin+cıva klorid olmak üzere rastgele dört gruba ayrılmıştır. Uygulamalar sabah saatlerinde (09.00-10.00) aç olmayan ratlara oral gavaj yoluyla yapılmıştır. Uygulamadan 4 hafta sonra her gruptan 6 rat ketamin (45mg/kg)+xylazin (5mg/kg) kombinasyonu ile intramuskuler olarak bayıltılarak disekte edildi ve karaciğer dokuları çıkartılarak nötral fomalinde fikse edildi. Daha sonra rutin doku takibi yapılıp hematoksilen&eosin ile boyandı. Uygulamadan sonra ratların böbrek dokularında meydana gelen histopatolojik değişiklikler ışık mikroskobu kullanılarak kontrol grubu ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. 4. haftanın sonunda kontrol grubu ile mirisetin uygulanan gruplar arasında herhangi bir fark gözlenmemiştir. Deneyin sonunda cıva klorid uygulanan ratların böbrek dokularında nekroz, vasküler konjesyon, hemoraji, glomerüler lobulasyon, glomerular atrofi, hiyalin cisimler ve inflamatuar hücre infiltrasyonu gibi çeşitli histopatolojik değişiklikler gözlenmiştir. Mirisetin+cıva klorid uygulanan ratların böbrek dokularında ise orta dereceli histopatolojik değişiklikler olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak cıva kloridin ratların böbrek dokusu üzerine toksik etki oluşturduğu, bir flavonoid olan mirisetinin ise cıva kloridin neden olduğu toksisiteyi azalttığı gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cıva klorid, mirisetin, nefrotoksite, histopatoloji, rat

➢ *ORAL PRESENTATION*

Combustion efficiency resulting in low pollution with the relocation of Tertiary Air Duct in Cement Calciner

Fırat Aslan[*1], Kaan Büyükmurat[*1], Berk Esin[*1], Havva Hande Cebeci[*2] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-8295-0418)

[1]Dal Teknik Makina A.Ş., Şirinevler, İstanbul
[2]Yildiz Technical University, Chemical-Metallurgy Faculty, Chemical Engineering, Davutpaşa, Istanbul

*Corresponding author e-mail: hande.cebeci@dal-group.com

Abstract

Recently, concerns about environmental pollutants released into the atmosphere have increased with the change of climates around the world. The problem of air pollutants from the calcination process has become a critical situation due to the increasing demand for concrete worldwide. Legal standards for pollutants and greenhouse gas emissions have been established in each country.
The aim of our study, as Dal Teknik Makina, is to optimize calciner simulations in the most profitable way. The issues of the existing calciner of the Alconera Cement Plant were identified and optimization solutions have been presented. The parameters of calcination, petcoke and alternative fuel (TDF-RDF) combustion were investigated in the plant via measurements and used for input and validations for the simulations. Temperature, oxygen (O_2), carbon monoxide (CO), and Nitrogen oxide (NO_x) concentration was measured at the outlet of the calciner. These measurement data were used for the validation of the simulation.
The main targets of the modification is summarized below:
• increase in retention time of particles and gas
• lower NOx and CO formation thanks to good mixing effects
• increase in AF feed rate and decrease in CO_2 formation with optimizing fuel feed points
• optimized TAD position and connection types for the best mixing effect
Alternative models were established accordingly to the results of the existing case. All models were simulated with the same kiln parameters and compared with each other.

Keywords: Cement Calciner, Carbon monoxide, Alternative Fuel, Greenhouse Emission, Clinker, Tertiary Air Duct

.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Tıbbi Bitki Ekstraktlarının Sağlık Ve Biyoteknolojik Alanda Kullanımı

Ercan KARABULUT[1], Tuğba Raika KIRAN[2], Önder OTLU[2], Aysun Bay KARABULUT[3]

[1] Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi, Farmakoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
[2] Malatya Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye.
[3] Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

Özet

Hem Doğu hem de Batı kültürlerinde yüzlerce yıldır tıbbi bitkiler ve ikincil metabolitleri terapötik veya profilaktik olarak kullanılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre yaklaşık 21.000 bitki türünün tıbbi bitki kategorisinde kullanılma potansiyeli vardır. Tıbbi bitkilerden aktif bileşenlerin ekstraksiyonu için çeşitli teknolojiler mevcuttur. Tıbbi bitkilerden potent biyoaktif moleküllerin elde edilmesi uygun çözücü seçimi, ekstraksiyon yöntemleri, fitokimyasal tarama prosesleri, doğru fraksiyonlama yöntemleri ve iyi tanımlama teknikleri ile mümkün olmaktadır. Tıbbi bitki metabolitleri, karbonhidratlar, proteinler, lipidler, nükleik asitler gibi büyüme ve gelişme için gerekli birincil/temel metabolitler ile alkaloidler, fenolikler, steroller, steroidler, uçucu yağlar, glikozitler, ligninler, terpenoidler gibi ikincil/spesifik metabolitler şeklinde sınıflandırılabilir. Tıbbi bitkilerden toplamın %10'unu karşıladığı belirtilen yaklaşık 12.000 biyoaktif bileşik izole edilmiştir. Fenolik bileşikler, flavonoidler, antosiyanidinler, flavanlar, tanenler gibi polifenoller yüksek konsantrasyonda ve ticari değeri yüksek biyoaktif bileşenler arasındadır. Günümüze kadar birçok tıbbi bitki ekstraktları ve biyoaktif moleküllerinin antimikrobiyal, antiviral, antiinflamatuar, antioksidant, antitumor, antikoagulator, antihelmintik, antidiyabetik, antiateroskleroz ve diüretik aktiviteleri üzerine yayınlanmış çalışmalar mevcuttur. İlaç potansiyeli olan biyoaktif moleküller ayrıca gen tedavisi, rejenaratif tıp, antibakteriyal yara örtüleri formu ile yara yanık bakımı, doku mühendisliği gibi çeşitli alanlarda da katkılar sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Tıbbi bitki, Fitokimyasallar, Ekstraksiyon, Biyoteknoloji

➢ *ORAL PRESENTATION*

Design and manufacture of a lightweight and foldable human transporter

Bahir Fatih Topay[1*] (https://orcid.org/0000-0002-0687-9322), Özgür Çakır[2] (https://orcid.org/0000-0002-5144-2859), Asst. Prof. Dr. Amir Nobahar Sadeghi Nam[3](https://orcid.org/0000-0002-8248-4963)

[1]Atilim University, Engineering, Mechatronics, Ankara, Turkey.
[2]Atilim University, Engineering, Mechatronics, Ankara, Turkey.
[3]Atilim University, Engineering, Mechatronics, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: topay.bahirfatih@student.atilim.edu.tr

Abstract

Designing and manufacturing procedures of an intelligent human carrier that utilized to reaching out short distance destination points such as airports, shopping malls, etc. with ease, is presented in this paper. The specialties of this carrier comparing to its equals, are being more portable with light weight and size, and ensuring safer ride. Have the feature of light weight, foldable wheels and steering bar, and suitable size allows users to carry it around in a laptop bag. Along with these specifications, it can detect the fixed and moving obstacles, to avoid them intelligently.

Keywords: Electric powered scooter, Electric powered skateboard, Foldable scooter, and skateboards.

➢ *ORAL PRESENTATION*

On 2-Absorbing Neutrosophic Primary Ideals of Commutative Semirings

Rabia Ayan[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9163-6482), E. Mehmet Ozkan[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2341-6626), Serkan Onar[3] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3084-7694), Ayten Ozkan[4] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3948-1943).

[*1] Yildiz Technical University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Istanbul, Turkey.
[2] Yildiz Technical University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Istanbul, Turkey.
[3] Yildiz Technical University, Faculty Of Chemical And Metallurgical Engineering, Department Of Mathematics Engineering, Istanbul, Turkey.
[4] Yildiz Technical University, Faculty of Arts and Science, Department of Mathematics, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: rabiaayan408@gmail.com

Abstract

The purpose of this study is to investigate the algebraic structure of 2-absorbing ideals, as well as how they may be applied to neutrosophic sets and the connections and algebraic properties that exist between them. This study adds to the literature by looking at the 2-absorbing neutrosophic ideal and 2-absorbing neutrosophic primary ideal. In this work, 2-absorbing neutrosophic primary ideals are developed, and utilizing 2-absorbing ideals and neutrosophic sets, instances and theorems are demonstrated.

Keywords: Neutrosophic sets, neutrosophic ideal, 2-absorbing ideals, 2-absorbing primary ideals.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Machine learning for diabetes disease prediction using various diagnostic measurements

Handan TANYILDIZI KÖKKÜLÜNK[1*] (ORCID ID: 0000-0001-5231-2768)

[*1] Altınbaş University, Vocational School of Health Services, Radiotherapy Program, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: handan.kokkulunk@altinbas.edu.tr

Abstract

Purpose: In this study, it was aimed to classify individuals with or without diabetes as present/absent diabetes using some diagnostic measures. Materials and Methods: The data set of 768 people used in the study was taken from the open source kaggle site. The parameters used in the diagnosis of diabetes are age (year), body mass index (kg/m2), skin thickness (mm), number of pregnancies, glucose (mg/dl) and insulin level (U/ml), blood pressure (mm Hg), diabetes pedigree function. The dataset is divided into 80% training and 20% testing. Estimates were obtained by using multiple linear regression of machine learning in R Studio program. With the Akaike information criterion (AIC), the parameters that have a high contribution to the prediction have been selected, and machine learning has been improved. The performance of the machine learning algorithm is given through the metrics of accuracy, precision, recall, and F-score. Results: It was determined that the parameter with the least effect on the prediction was skin thickness. Therefore, estimation of diabetes by multiple linear regression without including skin thickness was calculated to have 80% accuracy, 89% precision, 0.80 recall, and 84% F-score. Conclusion: Multiple linear regression was found to be a preferable method for the classification of diabetes, considering its practical applicability in clinical practice.

Keywords: Machine learning, Multiple linear regression, Diabetes, AIC.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Çok yönlü ultra kararlı bir mikro protein olan siklotidlerin antikanser özelliklerin incelenmesi

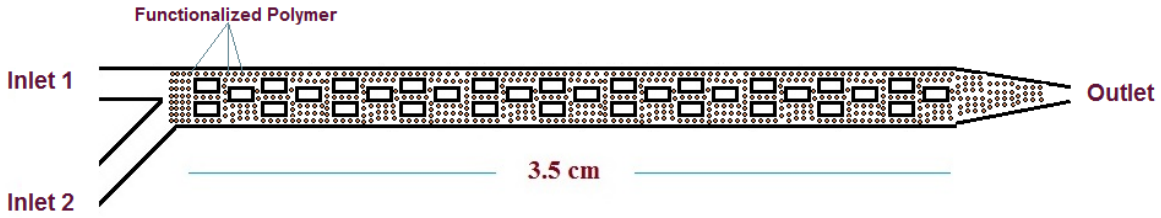
Reza DİDARİAN[1,6] (https://orcid.org/0000-0001-9329-878X), Aliakbar EBRAHİMİ[2] (https://orcid.org/0000-0001-6437-7796), Hamed GHORBANPOOR[2,5] (https://orcid.org/0000-0002-2665-8172), Zahra ZENDEH[1] (https://orcid.org/0000-0003-2668-3869), Fatma DOĞAN GÜZEL[1] (https://orcid.org/0000-0001-7200-4615), Nasrin LOTFIBAKHSHAYESH[3] (https://orcid.org/0000-0003-0753-0103), Hossein HASHEMPOUR[4] (https://orcid.org/0000-0001-8518-6411), Hüseyin AVCI [2,6,7]* (https://orcid.org/0000-0002-2475-1963)

[1] Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
[2] Hücresel Tedavi ve Kök Hücre Üretim, Uygulama ve Araştırma Merkezi (ESTEM), Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.
[3] Tissue engineering department, School of advanced technologies in medicine, Tehran University of medical sciences, Tehran, Iran.
[4] Department of Chemistry, Faculty of Basic Sciences, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.
[5] Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.
[6] Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, Türkiye.
[7] Translasyonel Tıp Uygulama ve Araştırma Merkezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 26040, Türkiye.

* Corresponding author: havci@ogu.edu.tr

Özet

Siklotidler (CT), farklı bitki gruplarından izole edilen, disülfid açısından zengin, baştan sona siklik peptit omurgaları ve üç korunmuş disülfür bağlarının birbirine kenetlenen düzenlemeleri ile karakterize edilen ve normal olarak konakçı savunma ajanları olarak işlev gören biyoaktif küçük peptitlerdir. CT dizileri tipik olarak 28 ila 37 amino asit içerir ve tek bir bitki yüzlerce CT eksprese edebilir [1-3]. CT'lerinin yapısal plastisiteleri, stabiliteleri, antimikrobiyal etkileri ve anti-kanser özellikleri nedeniyle tıbbi açıdan ve ilaç geliştirme açısından araştırmacılar için çekici bir alan haline gelmiştir [4-10]. CT'leri, spesifik kanser hedeflerine bağlamak ve inhibe etmek için tasarlamak mümkündür, dolayısıyla CT'lerin ekstraksiyon işlemi yüksek verimlilikte ve saflıkta yapılabildiği taktirde daha başarılı antikanser aktivitenin öne çıkması beklenmektedir. CT'lerin geneleksel ekstraksiyon ve ayrma işlemleri pahalı ve zaman alıcıdır.
Bu çalışmada, vigno 1-5 CT'lerinin Viola Ignobilis özünden ayrılması, mikroakışkan çip yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Yaklaşımımız, CT'lerin verimli bir şekilde ayrılmasını sağlayan polidimetilsiloksan (PDMS) yapımı mikroakışkan çip platformunun geliştirilmesine dayanmaktadır. Bu amaçla farklı tasarımlarda mikroakışkan çipler üretildi [11-13]. PDMS çipi iki girişli ve bir çıkışlı bir mikro kanaldan oluşarak mikrokanal boyunca aynı mesafede sütunlara sahiptir. Çip mikro kanalı, işlevselleştirilmiş bir polimer kompozit ile kaplanmıştır (Şekil 1). Bu ayırma yöntemi, CT'lerin izolasyonu için yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) tekniğini taklit etme yeteneğine sahiptir. Çıkıştan toplanan numuneler, sonuçları doğrulamak için Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) ve HPLC tekniği ile analiz edilmiştir.



Şekil 1. CT'leri Ayırma için Tasarlanıp, Üretilen Mikroakışkan Çip.

Sonuçlar, menekşe özündeki vigno gruplarının ayrılması için mikroakışkan çipimizin yeni, basit, ucuz ve etkili bir yaklaşım olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla bu yaklaşımda hızlı ve basit bir şekilde eğitimli personele ihtiyaç olmadan ayırma işlemi yapılmıştır. Daha sonra CT'lerin antikanser aktivitesi incelenmiştir. Sonuçlar CT içeren ekstraktın, normal hücreleri etkilemeden düşük konsantrasyonlarda kanser hücrelerinin büyümesini ve çoğalmasını engelleyebileceğini göstermektedir. Bu yöntemin potansiyel olarak etkili ilaç geliştirme, özellikle kanser ilacı çalışmaları için kullanılabileceğini düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: Mikroakışkan ayırma, Siklotid (CT), Viola ignobilis, Vigno 1-5, HPLC, Antikanser.

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) - Uluslararası 2535 İkili İşbirliği Programı tarafından 119N608 proje numarası ile desteklenmiştir.

Referanslar

1. Craik, D.J., et al., *Plant cyclotides: A unique family of cyclic and knotted proteins that defines the cyclic cystine knot structural motif.* J Mol Biol, 1999. **294**(5): p. 1327-36.
2. Colgrave, M.L. and D.J. Craik, *Thermal, chemical, and enzymatic stability of the cyclotide kalata B1: the importance of the cyclic cystine knot.* Biochemistry, 2004. **43**(20): p. 5965-75.
3. Huang, Y.H., et al., *Design of substrate-based BCR-ABL kinase inhibitors using the cyclotide scaffold.* Sci Rep, 2015. **5**: p. 12974.
4. Huang, Y.H., et al., *Optimization of the cyclotide framework to improve cell penetration properties.* Front Pharmacol, 2015. **6**: p. 17.
5. Henriques, S.T., et al., *The Prototypic Cyclotide Kalata B1 Has a Unique Mechanism of Entering Cells.* Chem Biol, 2015. **22**(8): p. 1087-97.
6. Koehbach, J., et al., *Oxytocic plant cyclotides as templates for peptide G protein-coupled receptor ligand design.* Proc Natl Acad Sci U S A, 2013. **110**(52): p. 21183-8.
7. Hashempour, H., et al., *Analysis of cyclotides in Viola ignobilis by Nano liquid chromatography fourier transform mass spectrometry.* Protein Pept Lett, 2011. **18**(7): p. 747-52.
8. Hashempour, H., et al., *Characterizing circular peptides in mixtures: sequence fragment assembly of cyclotides from a violet plant by MALDI-TOF/TOF mass spectrometry.* Amino Acids, 2013. **44**(2): p. 581-95.
9. Craik, D.J., et al., *Cyclotides as a basis for drug design.* Expert Opin Drug Discov, 2012. **7**(3): p. 179-94.
10. Bremer, B. and T. Eriksson, *Time Tree of Rubiaceae: Phylogeny and Dating the Family, Subfamilies, and Tribes.* International Journal of Plant Sciences, 2009. **170**(6): p. 766-793.
11. Didarian, R., et al. *Investigation of Polar and Nonpolar Cyclotides Separation from Violet Extract Through Microfluidic Chip.* 8th *International Fiber and Polymer Research Symposium*. 2021.
12. Özel, C., et al., *Investigation of 3D Culture of Human Adipose Tissue-Derived Mesenchymal Stem Cells in a Microfluidic Platform.* Eskişehir Technical University Journal of Science and Technology A-Applied Sciences and Engineering, 2021. **22**(8th ULPAS-Special Issue 2021): p. 85-97.
13. Özel, C., et al., *Investigation of Mesenchymal cells in the Microfluidic Cell Culture Device.* 8th *International Fiber and Polymer Research Symposium*. 2021.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Demir bağımlı hücre ölümü: Ferroptoz

Mehmet Erdem[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9100-2479), Tuğba Raika Kıran[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3724-0249), Önder Otlu[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5958-7609)

[*1]Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Ana Bilim Dalı, Malatya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: mehmet.erdem@ozal.edu.tr

Özet

Hücre ölümü, memelilerin gelişimi, homeostazı ve hastalığın çeşitli yönlerinde kritik bir öneme sahip olan biyolojik bir süreçtir. Hücre ölümü diğer biyokimyasal süreçlerle sıkı bir şekilde iç içedir. Nomenclature Committee on Cell Death (NCCD), ciddi fiziksel, kimyasal ve mekanik hasarların neden olduğu ve moleküler bozulmalarla tersine çevrilemeyen "kaza sonucu" hücre ölümü ile farmakolojik ve genetik olarak modüle edilebilen "düzenlenmiş" hücre ölümü arasında bir ayrım olduğunu ifade etmektedir. Düzenlenmiş hücre ölümü türlerinden bir tanesi olan ferroptoz, "demir bağımlı hücre ölümü" olarak ifade edilmektedir ve 2012'de Dixon ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır. Ferroptoz, diğer ölüm türlerinden farklı özellikler gösterir. Ferroptozu diğer hücre ölümü türlerinden ayıran başlıca özellikler plazma membranı hasarı, hücre içi demir birikimi, lipit peroksidasyonu ve mitokondride küçülme olmasıdır. Ferroptozun düzenlenmesinde lipit peroksidasyonu, demir metabolizması ve antioksidan mekanizmalar yer almaktadır. Ferroptoz kanser, nörodejeneratif hastalıklar ve iskemik durumlar gibi birçok önemli patolojik durum ile ilişkilendirilmiştir. Ferroptoz ile ilgili her geçen gün yeni yolaklar ve moleküller keşfedilmekte ve bu alandaki çalışmalara olan ilgi artmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Demir, ferroptoz, hücre ölümü, lipit peroksidasyonu

➢ *ORAL PRESENTATION*

Pareto dağılımlı otokorelatif prosesler için istatistiksel kontrol şemalarında uygun kontrol limitlerinin belirlenmesi

Hakan Ak[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5727-7575), Kemal Dinçer Dingeç[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5216-4651)

[*1]Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye
[2]Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: h.ak@gtu.edu.tr

Özet

Günümüzde proseslerin sistemin kalite karakteristiklerine uyumunun önemi, Endüstri 4.0 çağıyla insan-makine sistemlerinin nadiren insan aktivitesi gerektiren otonomatif makine sistemlerine evrilmesiyle daha da artmaktadır. Bu minvalde özü itibariyle normal dağılmayan prosesleri de ideal şekilde analiz edebilmek için kontrol limitlerinin yeterli doğrulukla belirlenmesi elzemdir. Bu çalışmada; otokorelatif şekilde pareto dağılan prosesler için kontrol şemalarındaki Tip 1 ve Tip 2 hatayı belirli bir aralıktaki her grup büyüklüğü için (grup sayısı sabitken) Monte Carlo simülasyonu ile tahminlenerek elde edilen ortalama koşum uzunlukları ile, şemalardaki kontrol limitlerinin ilgili grup büyüklüklerindeki performansları tahminlenmektedir. R dilinde yapılan; ve yeniden belirlenen kontrol limitleriyle, ilgili grup büyüklüklerindeki performansların değişiminin izlenerek ince-ayar (fine-tune) yapılması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Monte Carlo Simülasyonu, Kontrol Şemaları, İstatistiksel Proses Kontrol, İstatistiksel Simülasyon, Pareto Dağılımı, R

➢ *ORAL PRESENTATION*

Kendiliğinden Yerleşen Harçlarda Su/Çimento ve Süperakışkanlaştırıcının Değişik Oranlarında Mermer Atığı Tozunun Bağlayıcı Olarak Kullanılmasının Eşik Kayma Gerilmesine Etkisi

Fethi İŞSEVER* (ORCID:https://orcid.org/0000-0002-8394-7026)

Bingöl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bingöl, Türkiye.

*Sorumlu yazar e-mail:: fissever@bingol.edu.tr

Özet:

Bu çalışmada kendiliğinden yerleşen harçlarda temel bağlayıcı malzeme olan çimento yerine farklı oranlarda Mermer Atığı Tozu (MAT) ikame edilmesinin, reolojik bir değer olan Eşik Kayma Gerilmesini (EKG) nasıl değiştirdiği incelenmiştir. Yüzyılın en önemli yapı malzemesi olan betonun mukavemet ve durabilite özellikleri, farklı deney metotları ile sıkça incelenmiştir. Bunlar arasında hasarlı ve hasarsız metotlar ağırlıktadır. Bununla birlikte taze betonun reolojisini inceleyen çalışma sayısı çok daha azdır. Taze betonun reolojik özelliklerinin iyi olması, betonun hem mekanik/mukavemet hem de durabilite özelliklerinin iyi olmasına neden olmaktadır. Bir betonun iyi olmasının yeter şartı mukavemet ve durabilitesinin iyi olması ise de gerek şartı beton tasarımının ve taze haldeki özelliklerinin iyi olmasıdır. Taze betonlarda EKG'nin çok yüksek olması betonun pompa içinde iletimini ve kalıp içerisinde yayılmasını engelleyecektir. Ayrıca EKG'nin çok düşük çıkması betonda ayrışma olduğunun göstergesidir. Çalışmada su/çimento için %25 ve %30 değerleri, süperakışkanlaştırıcı için %1-1,5 değerleri alınarak çimento yerine %20-30-40-50-60 oranlarında mermer atığı tozu ikame edilmiştir. Sonuç olarak MAT kullanımının harçlarda reolojik değerlerin korunmasına olumlu etkide bulunduğu anlaşılmıştır. MAT kullanımı taze harçlarda 2 saati aşkın bir sürede EKG değerinin istenen aralıkta kalmasına yardımcı olmuştur. MAT kullanımı çimentoya göre daha az su ve SA ihtiyacına sebep olmuştur. Bu sonuçlarla atık malzeme olan MAT kullanımının ekolojik ve ekonomik fayda sağladığı gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Eşik Kayma Gerilmesi, Mermer Atığı Tozu, Kendiliğinden Yerleşen Harç, Süperakışkanlaştırıcı, Beton Reolojisi

➢ *ORAL PRESENTATION*

Kendiliğinden Yerleşen Harçlarda Su/Çimento ve Süperakışkanlaştırıcının Değişik Oranlarında Mermer Atığı Tozunun Bağlayıcı Olarak Kullanılmasının Viskoziteye Etkisi

Fethi İŞSEVER* (ORCID:https://orcid.org/0000-0002-8394-7026),

Bingöl Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bingöl, Türkiye.

*Sorumlu yazar e-mail: fissever@bingol.edu.tr

Özet:

Bu çalışmada kendiliğinden yerleşen harçlarda temel bağlayıcı malzeme olan çimento yerine farklı oranlarda Mermer Atığı Tozu (MAT) ikame edilerek taze harçların viskozitesinin değişimi incelenmiştir. Yüzyılın en önemli yapı malzemesi olan betonun mukavemet ve durabilite özellikleri farklı deney metotları ile sıkça incelenmiştir. Bunlar arasında hasarlı ve hasarsız metotlar olmakla birlikte taze haldeki durumunu inceleyen çalışma sayısı oldukça azdır. Taze haldeki betonun özelliklerinin iyi olması betonun hem mekanik/mukavemet hem de durabilite özelliklerinin iyi olmasına neden olmaktadır. Bir betonun iyi olmasının yeter şartı mukavemet ve durabilitesinin iyi olması ise de gerek şartı beton dizaynının ve taze haldeki özelliklerinin iyi olmasıdır. Viskozitesi iyi olan beton/harcın işlenebilirliği ve kıvamı iyi olacağından pompalanabilirliği ve kalıba yerleşmesi de iyi olacaktır. Bunun en önemli koşulu da viskozitenin iyi olmasıdır. Viskozitesi iyi betonda ayrışma/segregasyon olmayacak beton homojen halde kalıp içerisinde istenilen yere kolaylıkal transfer edilebilecektir. Çalışmada su/çimento için %25 ve %30 değerleri, süperakışkanlaştırıcı (SA) için %1-1,5 değerleri alınarak çimento yerine %20-30-40-50-60 oranlarında MAT ikame edilmiştir. Sonuç olarak MAT kullanımının, harçların reolojik değerlerinin korunmasına olumlu etkide bulunduğu anlaşılmıştır. MAT kullanımı taze harçlarda 2 saati aşkın bir süre boyunca viskozitenin korunmasına yardımcı olmuştur. MAT kullanımı çimentoya göre daha az su ve daha az SA ihtiyacına sebep olmuştur. Bu sonuçlarla atık malzeme olan MAT kullanımının ekolojik ve ekonomik fayda sağladığı da anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Viskozite, Mermer Atığı Tozu, Kendiliğinden Yerleşen Harç, Süperakışkanlaştırıcı, Durabilite

➢ *ORAL PRESENTATION*

Resveratrol and Diabetes

Rumaysa Göldağ, Muhammet Doğan* (https://orcid.org/0000-0003-3138-5903)

Karamanoğlu Mehmetbey University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Karaman, Turkey.

Corresponding author e-mail: mtdogan1@gmail.com

Abstract

Resveratrol is a polyphenolic antioxidant found in a total of about 100 plant species belonging to 34 families. It is found in varying amounts in many plants such as grapes, raspberries, mulberries, plums, peanuts, blueberries, cranberries, strawberries, lemons, bitters, cocoa. Resveratrol, which has gained increasing importance in recent years, is one of the phytochemicals with many medicinal values due to its antioxidative, anti-inflammatory, antitumor, anticancer, antiviral, antidiabetic, cardioprotective, neuroprotective, phytoestrogen and life-prolonging properties. Diabetes mellitus or diabetes is a disease with high blood sugar, which occurs as a result of the pancreas not producing enough insulin for the body or the body cannot use the insulin it produces effectively. In this review, the effects of resveratrol on diabetes are presented by examining current studies. The effects of resveratrol on diabetes are generally due to lowering blood sugar and protecting beta (β) cells in the pancreas where insulin is released. In addition, it has been reported that it can prevent complications that may occur in diabetes. New studies are coming out by researchers showing that this compound has great potential for obesity and diabetes. When studies in diabetic patients and obese patients at risk of Type 2 diabetes were examined, it was revealed that long-term supplementation with grape extract containing a small amount of resveratrol had a beneficial immunomodulatory effect on patients. In addition, the effect of resveratrol administration on insulin sensitivity and insulin secretion was evaluated and it was reported that it would be effective for diabetes. As a result, it is thought that resveratrol, which is easily available in the form of both food and nutritional supplement, can be used as a preventative for diabetes, which is one of the most important problems of our age.

Keywords: Antioxidant, Diabetes, Diabetes management, Healthy diet, Resveratrol

➢ *ORAL PRESENTATION*

The Effect of Different Applications of Ellagic Acid and Carnosic Acid on Liver Tissue Oxidant Events in Diabetic Wounds

Ayşegül Berktaş[1*](ORCID: https://orcid.org/ (0000-0001-8827-1822), Şule Coşkun Cevher[1](ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-6204-2845)

[*1] Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, Turkey
[*2] Gazi University, Science Faculty, Biology Department, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: aysegul.berktas@gazi.edu.tr

Abstract

Oxidative stress increases in diabetic patients and wound healing is adversely affected. In recent years, an almost exclusive focus on green chemistry (natural phenolic molecules) has been reported in wound healing strategies. In this study, our aim is to investigate the effects of oxidant events that occur in the wound healing process of excisional wounds created in hyperglycemic experimental animals of different applications of ellagic acid (EA) and carnosic acid (KA), which are natural phenolic compounds, on the liver tissue.

In the study, a diabetes model was created by administering streptozocin (STZ) (ip, 60 mg/kg) to 42 adult Wistar-albino male rats (250-300 gr). Experimental groups were subdivided into control, untreated groups and two different applications of EA+KA, namely oral and topical. Punch wounds were treated with both topical and oral gavage with EA (10 mg/kg) and KA (10 mg/kg) in carrier gel. On the 3rd and 7th days of recovery, the rats were sacrificed and malondialdehyde (MDA), nitric oxide (NO) and glutathione (GSH) levels were measured spectrophotometrically in order to investigate the effects of oxidative stress on liver tissues. The results were expressed as arithmetic mean±standard error, and Anova Variance Analysis was applied. Liver MDA and NO levels were found to be statistically significantly decreased in both topical and oral applications when compared with the control group and the untreated groups ($p < 0.05$). Liver tissue GSH levels were found to be statistically significantly increased in both topical and oral applications when compared with the control group and the untreated groups ($p < 0.05$).

It is seen that the combination of EA and KA has an effect on reducing oxidative stress in liver tissue with two different application methods.

Keywords: Ellagic Acid, Carnosic Acid**,** Diabetic Wound, Oxidative Stress, Liver, Antioxidant

➢ *ORAL PRESENTATION*

Sensitive and selective determination of paracetamol in antipyretic children's syrup using poly-glycine modified glassy carbon electrode

Nesim İslamoğlu (https://orcid.org/0000-0001-9244-7608), İbrahim Ender Mülazımoğlu (https://orcid.org/0000-0003-1676-2870) and Ayşen Demir Mülazımoğlu* (https://orcid.org/0000-0001-5780-3056)
* Necmettin Erbakan University, Ahmet Keleşoğlu Education Faculty, Chemistry Department, Konya, Türkiye

*Corresponding author e-mail: admulazimoglu@erbakan.edu.tr

Abstract

A sensitive and selective electrochemical sensor for the determination of paracetamol (acetaminophen) was proposed based on glassy carbon electrode-coated with poly glycine. Cyclic voltammetry and Differential Pulse Voltammetry were performed to investigate the electrochemical behaviors of paracetamol. Under the optimal experimental conditions, the oxidation peak currents of paracetamol increased linearly along the range of 0.5-75 μM. The detection limits LOD was 8.48 μM for paracetamol and limit of quantification LOQ is 25 μM. Moreover, the modified glassy carbon with poly glycine as a sensor has been successfully applied for the determination of paracetamol in antipyretic children's syrup samples, with recovery values, above 95.3%, that showing its great application prospects in pharmaceutical analysis.

Keywords: Acetaminophen, antipyretic children's syrup, modified glassy carbon electrode, paracetamol, poly glycine.

➢ *ORAL PRESENTATION*

An Approach Structure in the Setting of Hyperspaces

Meryem ATEŞ [1*] (*https://orcid.org/0000-0003-2393-0828)*,
Sevda SAĞIROĞLU [2] (*https://orcid.org/0000-0003-3084-0839)*

[*1,2]Ankara University, Faculty of Science, Department of Mathematics, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: mbiten@ankara.edu.tr

Abstract

Hyperspaces of topological spaces are an important way of obtaining information on the structure of topological space. The Fell hyperspace topology is a useful construct in terms of applications, especially in convex analysis, probability theory and its applications to optimization. We consider an Hausdorff approach space, then we construct a new approach structure called Fell approach structure and investigate the structures properties. We define the new structure by means of lower regular function frames and prove that the topological coreflection of this new structure is the ordinary Fell topology.

Keywords: Distance, Lower regular function frame, Approach space, Fell topology

➢ *ORAL PRESENTATION*

PS/SIBS/Karbon Nanotüp Kompozitlerin Üretimi: Isıl ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi

MELEK IRMAK CENGİZ[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9306-6484), Emre TEKAY[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5539-4105), SİNAN ŞEN[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8062-8575)

[1]Yalova Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Polimer Malzeme Mühendisliği, YALOVA, TÜRKİYE
[2]Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Polimer Malzeme Mühendisliği, YALOVA, TÜRKİYE

*Sorumlu yazar e-mail: melekirmak77@hotmail.com

Özet

Literatürde farklı stirenik termoplastik elastomerlerin (SIS, SEBS, SBS vs), PS polimeri ile birlikte blend nanokompozit hazırlamada kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Fakat, polistiren-poliizobutilen-polistiren (SIBS) triblok kopolimer içeren PS blendi ile ilgili çalışmaların oldukça az olduğu görülmüştür. PS/SIBS ile karbon nanotüp (CNT) dolgunun kullanıldığı bir nanokompozit çalışmasına ise rastlanmamıştır. Bu çalışmada, PS/SIBS blendleri ve PS/SIBS/CNT nanokompozit kompaundları, eriyik harmanlama yöntemiyle bir dahili karıştırıcıda hazırlanmış ve elde edilen nano kompozitlerin şekillendirilmesi laboratuvar tip bir sıcak preste gerçekleştrilmiştir. Hazırlanan malzemelerin detaylı morfolojik, ısıl ve mekanik özellikleri dolgu yükleme derecesi açısından incelenmiştir. Üretilen blendlerde, PS matris içindeki, SIBS elastomer partikül boyutu, SIBS oranı arttıkça artmış ve bunun sonucunda beklendiği gibi, malzemelerin modül, çekme dayanımı ve tokluk değerleri azalırken, darbe direnci değerleri artmıştır. Ağırlıkça % 20 SIBS içeren PS blendinin darbe mukavemeti değerinin, saf PS matris polimerine kıyasla yaklaşık %530 arttığı bulunmuştur. Bu blendin CNT dolgusu (3,5,7,10 phr) ile karıştırılması sonucu oluşturduğu nanokompozitlerde ise, nanotüp oranı artışı ile PS20SIBS blendine kıyasla, SIBS elastomer partiküllerinin boyutunun azaldığı görülmüştür. Bu sonuç, matris içinde dağılan nanotüplerin, proses sırasında PS viskozitesini arttırması sonucu, elastomer fazların birleşmesini engellemesine bağlanmıştır. Nanokompozitlerin tokluk, modül ve çekme dayanımı değerlerinin ise blende nazaran arttığı, darbe dirençlerinin ise azaldığı saptanmıştır. Hazırlanan malzemeler arasında, mekanik özellikler açısından optimum kompozisyona sahip olduğu düşünülen 5 phr CNT içeren nanokompozitin tokluk değerinin, PS20SIBS blendine kıyasla %117 arttığı, aynı nanokompozitin sabit gerilim altındaki sünme deformasyonunun ise, blende kıyasla yaklaşık % 40 azaldığı bulunmuştur. Hazırlanan tüm PS20SIBS/CNT nanokompozitlerin ağırlıklarının % 50 sini kaybettikleri sıcaklık (Td_{50}) değerlerinin ve maksimum bozunma hızları ile bu hızlardaki bozunma sıcaklıklarının, PS20SIBS blendine göre yüksek olduğu ve bu nedenle ısıl kararlıklarının arttığı saptanmıştır. *Bu çalışma, Yalova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (proje no: 2021/YL/0001) tarafından desteklenmiştir.*

Anahtar Kelimeler: Polistiren, SIBS, Termoplastik Elastomer, Karbon Nanotüp, Nanokompozit, Mekanik özellikler,

➢ *ORAL PRESENTATION*

Borik asit endüstrisi atık sularından kromatografik yöntemler kullanılarak yüksek saflıkta borik asit eldesi

Zehra Köle[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6807-520X), Zehra Betül Öcal[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3617-5596), Bülent Keskinler[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1992-0232), Mehmet Salim Öncel[1,2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1945-2336), Ahmet Karagündüz[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8406-0718)

[1] Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye
[2] Gebze Teknik Üniversitesi, Yer ve Deniz Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: akaragunduz@gtu.edu.tr

Özet

Bor madeni, çeşitli işlemler gördükten sonra borik asit formuna getirilir ve birçok sektörde ham madde olarak kullanılır. Çok geniş bir kullanım alanı olan bu madenin borik asit formuna gelmesi prosesine bakıldığında, prosesin çeşitli aşamalarında borik asit bakımından zengin atıklar açığa çıktığı görülmektedir. Bu atıklar atık barajına bırakıldığında, zaman içinde doğanın özümseyemeyeceği konsantrasyonlarda kirlilik oluşurken aynı zamanda geri kazanılabilecek atıkların değerlendirilmemesi söz konusudur. Meydana gelen atık su içinde yüksek miktarda saf olmayan borik asit bulunmaktadır. Borik asitte safsızlık oluşturan Ca^{+2}, Mg^{+2}, SO_4^{-2} gibi iyonlar, borik asidin tekrar kullanılmasına engel olmaktadır. Atık su içerisinde bulunan değerli maddeleri yüksek saflıkta geri kazanmak için kromatografik yöntemlere başvurulabilir. Kromatografi, bir akışkan içinde bulunan farklı iyonların, durağan faz üzerinden geçerken gösterdikleri adsorpsiyon eğilimine bağlı olarak birbirinden ayrılması esasına dayanır. Yapılan çalışmada, endüstri atık suyunun öncelikle bir ön işlemden geçirilmesinin ardından, atık su içinde borik asit için safsızlık oluşturan Ca^{+2}, Mg^{+2}, SO_4^{-2} gibi iyonlardan ayrılması sağlanmıştır. Kromatografik reçine kolonundan geçirilen atık su, belirli prosedürlerde reçine kolonu çıkışından toplandıktan sonra yapılan analiz sonuçlarına bakıldığında, kromatografik ayırma yöntemleriyle farklı akış hızlarında ortalama 94% verimlilikte bir ayırma sağlanarak yüksek saflıkta borik asit elde edilebildiği görülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucu elde edilen borik asidin saflığı için yapılan XRD ve FTIR analizleri sonucuna bakıldığında, 99.5-100% saflıkta satılan standart Borik Asit ile aynı nitelikte olduğu görülmüştür. Elde edilen bu yüksek saflıktaki borik asit, endüstrinin belirli proseslerinde ham madde olarak tekrar kullanılabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: bor, kromatografi, ayırma prosesleri, geri kazanım

➢ *ORAL PRESENTATION*

Nestle Health Science enteral beslenme ürün reçetelerinin Türkiye'de üretilmesi

Nagihan Çoruh Çelik[1*] (ORCID: 0000-0002-2421-2150), Ahmet Feyzioğlu[2] (ORCID: 0000-0003-0296-106X)

[*1]Nestle, Bursa, Türkiye
[2]Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: Nagihan.CoruhCelik@tr.nestle.com

Özet

Yeryüzündeki tüm canlılar yaşamak için besine ihtiyaç duymaktadır. Fakat iştah azalması ya da yemek yemeye engel olabilecek bir operasyon geçiren hastanın veya kronik hastalığı olan bir kişinin beslenme gereksinimleri doğal yollar ile gerçekleştirilemeyebilir. Bu durumlarda kişilere dışarıdan beslenme desteğinin sağlanması gerekmektedir. Kişinin temel ihtiyaçlarından birisi olan beslenmeyi sağlamak için başvurulan bu yöntemler "enteral beslenme" olarak adlandırılmaktadır. Enteral beslenme; hastanın yaşı, hastalığın nedeni, hastanın beslenme durumu ve gereksinimi, enteral beslenmenin yapılacağı yöntem ve gastrointestinal kanalın durumu göz önünde bulundurularak uygulanmalıdır. Enteral beslenme ağız ya da tüp ile sağlanabilmektedir. Tercih edilecek ilk yöntem ağız yolu olmalıdır.

Hayati önem taşıyan enteral nütrisyon ürünlerinin Türkiye'de üretilmesi, oldukça önemli ve stratejik bir konudur. Sağlık alanında hedefleri olan ülkemizin kendi ürettiği enteral ürünleri kullanması, bu alandaki yetkinliğini arttıracaktır. Ayrıca ülkemizin stratejik konumu ve endüstriyel gelişmişliği sayesinde bu ürünlerin ihracat potansiyeli yüksek olacaktır. Sağlık Bakanlığı'nın onayladığı formül ile üretim yapılması ve hastaların erişim sürekliliğinin sağlanabilmesi büyük öneme sahiptir. Bu bilgiler doğrultusunda yapılan çalışma ile Nestlé Health Science'ın yerelleşme girişimi, T.C. Sağlık Bakanlığı'nın "Sağlık Endüstrilerinde Yapısal Dönüşüm Programı Eylem Planı"nda yer alan "Sağlık Endüstrisinde Yerelleşme Stratejisi" kapsamında başlatılmıştır. Planlanan öncelik, yüksek teknoloji ile üretilen enteral beslenme ürünleri için gerekli bilgilerin Türkiye'ye aktarılmasıdır. Yurtdışındaki fabrikalardan ithal edilen ürünlerin aynı formül, kalite ve üretim standartlarında ülkemizde kurulan fabrikada üretilmesi ve hasta ihtiyaçlarını karşılaması son derece önemlidir. Ayrıca bu yatırımlarla yeni istihdamlar sağlanmış ve ham madde tedarikçileri için yeni potansiyel oluşturulmuştur.

Bu çalışma sayesinde Türkiye'de ilk defa enteral beslenme ürünü fabrikası kurulmuştur ve fabrikada yurtdışı standartlarında ürünler üretilmiştir. Ham madde yerelleşmesi için olanaklar incelenmiş; şeker, tuz, maltodekstrin ve glikoz şurubu için yerli ham maddeler kullanılmıştır. Sonrasında ürünlerin raf ömrü validasyonu için A ve C vitamini takibi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enteral Beslenme, Sağlık, Nestlé Health Science

➢ *ORAL PRESENTATION*

Genomic Selection in Dairy Cattle: Past and Future

Nursen Şentürk, Sena Ardıçlı

Bursa Uludag University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Genetics, Bursa, Turkiye

Özet

Traditional selection for economically important traits in farm animals has been performed based on phenotypic records for many years. Significant progress has been made in animal breeding in the following years, and effective statistical approaches have been adopted in calculating the estimated breeding value in dairy cattle. With the development of methodologies such as daughter-dam comparisons and best linear unbiased prediction (BLUP), the accuracy was increased by including records of different traits or multiple records of the same animal on different days/periods. However, the desired genetic progress was not achieved until the effective incorporation of molecular genetic techniques into assessments. Advances in marker-assisted selection (MAS) and quantitative trait loci (QTL) studies have enabled the transfer of DNA-level information to selection programs. However, the traits of interest in livestock production were much more complex than expected. Polygenic and pleiotropic dynamics have been one of the major limitations encountered in establishing a highly successful selection program using individual gene effects. Hence, the genotypic interactions between marker loci should be more carefully investigated as such combined effects may account for differences in genotype responses across populations. On the other hand, intensive selection focused on milk yield has led to serious decreases in fertility and health characteristics in dairy cattle. Implementing genomic selection in dairy cattle has resulted in an increased genetic gain. The genome-wide association studies (GWAS) have led to the development of new perspectives in dairy farming, as well as achieving a more desirable level of longevity by including fertility/health characteristics in the selection indexes. This study aims to make a retrospective evaluation of dairy cattle breeding, from traditional phenotypic selection to current genome-supported applications, and to assess the cumulative data obtained from current genetic studies on milk production characteristics and fertility. Moreover, future directions for genomic selection will be discussed.

Keywords: Genomic selection, Molecular marker, Dairy cattle, Genetic gain

➢ *ORAL PRESENTATION*

Evsel pişirici cihazları gaz valflerinde kurşun oranı düşük pirinç alaşımı kullanımı

İsa Gün[1*] (https://orcid.org/0000-0003-1671-662),Serdar Osman Yılmaz[2] (https://orcid.org/0000-0001-7593-6135), ,Onur Kamber[1] (https://orcid.org/ 0000-0002-6469-8220), Pınar Yücel[1] (https://orcid.org/0000-0002-4266-4361)

[1]Turaş Gaz Armatürleri Ar-Ge Merkezi, İstanbul, Türkiye
[2]Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Tekirdağ, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:isa@turas.com

Özet

Evsel pişirici cihazlarda kullanılan gaz valflerini oluşturan elemanlar alüminyum veya pirinç alaşımlarından talaşlı imalat yöntemiyle üretilmektedir. EU ve TSE'ye göre gaz valflerinde kullanılan elastomerler dışındaki diğer elemanların 427°C'ye dayanıklı olma zorunluluğu vardır. Pirinç (CuZn39Pb3 ve CuZn40Pb2) kolay talaşlı işlenebilirlik özelliğinden dolayı gaz valflerinde en çok tercih edilen malzemedir. Yapıda kurşun elementinin bulunması, malzemenin işlenebilirlik özelliğini yükseltmektedir. Avrupa Birliği "Elektrikli ve Elektronik Ekipmanlarda Bazı Tehlikeli Maddelerin Kısıtlanması (ROHS)" ile 2002/95/EC direktifini paylaşmıştır. ROHS direktifinde kısıtlanan maddeler arasında kurşunda bulunmaktadır. CuZn39Pb3 ve CuZn40Pb2 pirinçlerinde kurşun oranı yaklaşık %3'dür. Kurşun oranının %1'in altında kalması ROHS kriterini sağlamaktadır. CuZn40Pb2 pirincinin talaşlı imalatının iyileştirilmesi amacıyla yapısında Pb %1 in altında tutulmuş, Silisyum ve Titanyum elementleri katkısı (%0.2-1) gerçekleştirilmiştir. Yapıda oluşan fazların boyut, şekil ve dağılımlarının malzemenin mekanik özellikleri ve korozyon dayanımının üzerindeki etkileri incelenmiştir. ROHS direktifine uygun ve işlenebilirliği iyileştirilen, mekanik ve korozyon direnci istenilen kriterleri sağlayan malzeme üretimi üzerine çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gaz musluğu, pirinç alaşımları, malzeme dayanımı, intermetalik faz.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Yüksek organik kirliliğe sahip MDF endüstrisi atıksularının arıtımı

Şevval Aleyna Güvem[1*](ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4517-5926), Bengisu Çiftçioğlu Gözüaçık[1*](ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6332-1077), Ahmet Karagündüz[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8406-0718), *Bülent Keskinler[1*](ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1992-0232)*

*[1]Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail**:** bkeskinler@gtu.edu.tr

Özet

MDF yapıştırılmış ağaç liflerinden oluşan, üretim yükünün büyük çoğunluğunun mobilya endüstrisi tarafından sağlandığı, Türkiye genelinde ise 6,8 milyon m^3 üretim kapasitesine sahip bir ara ürün malzemesidir. MDF üretim proseslerinde oluşan atıksular, deşarj edildikleri noktalarda toksikolojik anlamda endişe yaratan, yüksek organik kirlilik, yüksek askıda katı madde ve zor parçalanabilen kompleks yapılar ile karakterize edilen atıksulardır. Bu atıksuların arıtılması da kullanılan konvansiyonel yaklaşım biyolojik ve kimyasal arıtım proseslerinin kombinasyonudur. Ancak atıksuyun ihtiva ettiği selüloz, lignin ve tanin gibi kompleks organiklerin biyolojik arıtımdan sorumlu aktif çamur üzerinde oluşturduğu baskı ve uzun bekleme süreleri biyolojik arıtım performansını düşürmektedir. Ayrıca MDF atıksularının konvansiyonel arıtımı ile deşarj kriterlerinin sağlanamadığı bilinmektedir. Bu sebeple MDF üretim proseslerinde oluşan atıksuların arıtımı için etkili arıtım proseslerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Gerçekleştirilen çalışma kapsamında, yüksek kirlilik yüküne sahip olan MDF atıksularının elektrokagülasyon ile entegre membran biyoreaktör ile arıtılabilirliliği incelenmiştir. Önerilen proses ile %99 oranında organik madde giderimi, %99,8 oranında renk giderimi sağlanmıştır. Ayrıca suyun geri kazanım potansiyelini değerlendirmek üzere elde edilen filtrasyon akıları dikkate alındığında membran filtrasyon uygulanabilirliği olumlu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: MDF atıksuları, elektrokoagülasyon, MBR, UF membran

➢ *ORAL PRESENTATION*

A posolyte study for aqueous organic redox flow batteries: ferrocene carboxaldehyde

Taha Yasin EKEN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6693-8091*), Gamze KOZ[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3276-1413*), Deniz UZUNSOY[1](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2515-7624*)

[*1]Bursa Technical University, Engineering and Science Faculty, Metallurgical and Materials Engineering, Bursa, Türkiye.
[2]Bursa Technical University, Engineering and Science Faculty, Chemistry, Bursa, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: gamze.koz@btu.edu.tr

Abstract

Sustainable growth requires the use of environmentally sustainable electricity sources. Renewable energy sources like solar and wind power are more crucial than ever as fossil fuels run out and the carbon footprint of producing electricity rises [1, 2]. However, because renewable energy sources are unstable, these technologies are unable to meet the growing energy demands. Aqueous organic redox flow batteries (AORFBs) are very advantageous as organic molecules can react electrochemically in both directions in water. Ferrocene is a suitable option for a posolyte active material in ORFB applications. It is a chemically and thermally stable redox-active compound. It has an electrochemical potential of roughly 0.5 V and is based on the reversible Fe^{3+}/Fe^{2+} redox pair.
Here, we used a well-known ferrocene compound; ferrocene carboxaldehyde (FcCHO) as a posolyte candidate for ORFBs (Figure 1). We investigated the electrochemical behavior of FcCHO in an acidic supporting electrolyte (1 M hydrochloric acid). We conducted the CV tests and herein we report the electrochemical characteristics of FcCHO such as redox potential, reversibility, and stability. These preliminary tests showed that FcCHO has 0.47 V half-wave potential ($E_{1/2}$) in 1 M HCl.

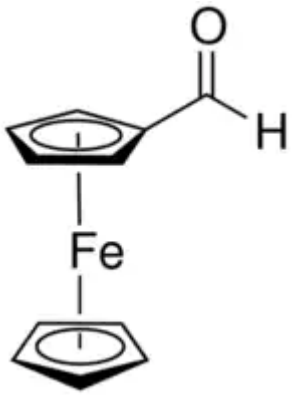


Figure 1. Structure of ferrocene carboxaldehyde (FcCHO)

Keywords: Energy storage, flow batteries, cyclic voltammetry, ferrocene carboxaldehyde

[1] Lin, K., Gómez-Bombarelli, R., Beh, E. S., Tong, L., Chen, Q., Valle, A., ... & Gordon, R. G. (2016). A redox-flow battery with an alloxazine-based organic electrolyte. Nature Energy, 1(9), 1-8.

[2] Borchers, P. S., Strumpf, M., Friebe, C., Nischang, I., Hager, M. D., Elbert, J., & Schubert, U. S. (2020). Aqueous Redox Flow Battery Suitable for High Temperature Applications Based on a Tailor-Made Ferrocene Copolymer. Advanced Energy Materials, 10(41), 2001825.

➢ *ORAL PRESENTATION*

A new stable ferrocene catholyte for aqueous organic redox flow batteries

Taha Yasin EKEN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6693-8091*), Gamze KOZ[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3276-1413*)

[*1]Bursa Technical University, Engineering and Science Faculty, Metallurgical and Materials Engineering, Bursa, Türkiye.
[2]Bursa Technical University, Engineering and Science Faculty, Chemistry, Bursa, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: gamze.koz@btu.edu.tr

Abstract

Environmentally friendly power sources are essential for long-term growth. As fossil fuels run out and the carbon impact of electricity generation grows, renewable energy sources like solar and wind power are more important than ever [1, 2]. These technologies aren't enough to fulfill the rising energy demands, though, due to the intermittent nature of renewable energy sources. The aqueous organic redox flow battery (AORFB), which uses the fact that organic molecules in water can react electrochemically in both directions, has a lot of potential as a way to store energy from fluctuating renewable sources. For ORFB applications, ferrocene is a good candidate for a catholyte. It is a redox-active molecule that is chemically and thermally stable. It is based on the reversible Fe^{3+}/Fe^{2+} redox pair and has an electrochemical potential of about 0.5 V.
Herein we designed and synthesized a ferrocene derived catholyte candidate for ORFBs. We characterized the molecule (1,2,3-TAFc) using spectroscopic methods (FT-IR, NMR, HR-MS). Structure of 1,2,3-TAFc is given in Figure 1. We investigated the electrochemical behavior of 1,2,3-TAFc in an acidic supportive electrolyte consisting of 1 M hydrochloric acid (HCl). We performed CV tests to determine the electrochemical properties of 1,2,3-TAFc such as redox potential, reversibility and stability. The half-wave potential ($E_{1/2}$) of 1,2,3 TAFc was around 0.34 V in 1 M HCl.

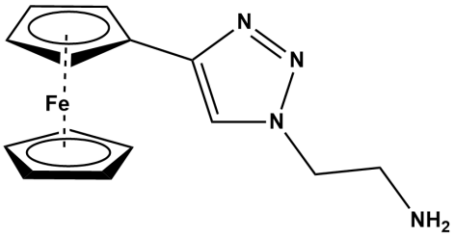


Figure 1. Structure of the 1,4-Disubstituted-1,2,3-triazole ferrocene derivative 1,2,3-TAFc molecule

Keywords: Organic flow batteries, cyclic voltammetry, ferrocene derivatives

[1] Huskinson, B., Marshak, M. P., Suh, C., Er, S., Gerhardt, M. R., Galvin, C. J., ... & Aziz, M. J. (2014). A metal-free organic–inorganic aqueous flow battery. *Nature*, *505*(7482), 195-198.

[2] Yu, J., Salla, M., Zhang, H., Ji, Y., Zhang, F., Zhou, M., & Wang, Q. (2020). A robust anionic sulfonated ferrocene derivative for pH-neutral aqueous flow battery. *Energy Storage Materials*, *29*, 216-222.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Comparison of Chemical Composition and Antioxidant Activity Of Fresh and Fermented Gilaburu *(Viburnum opulus* L.*)*

Emine Kılıçkaya Selvi[1]* (https://orcid.org/0000-0003-0291-5362)

*[1]Kayseri University, Mustafa Cıkrıkcıoglu Vocational School, Department of Chemistry and Chemical Processing Technologies, Kayseri, Turkey

*Corresponding author e-mail: emineselvi@kayseri.edu.tr

Abstract

Viburnum opulus L.with the common name Gilaburu belong to the family of Caprifoliaceae. This plants is widely grown particularly in Kayseri region in Turkey. Gilaburu fruits are traditionally used in the treatment of kidney problems and kidney stones. Additionally, it has sedative effects, acts as a vasodilator and an effective antispasmodic that helps to relieve muscle cramps and spasms (1). Fresh and fermented *Gilaburu* fruits were extracted with methanol (40 C) in a ultrasonic bath (Heidolph, America) for 1 hours. Filtered extracts were evaporated and dissolved with methanol for antioxidant activity. The extracts were analyzed by high-performance liquid chromatography with diode array detector (HPLC-DAD) to identify and quantify their phenolic compounds. Antioxidant potential of the methanol extracts of fresh and fermented Gilaburu fruits were characterized with total phenolic content (TPC), total flavonoid content (TFC), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), and ABTS [2,20 -azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)]. Gallic acid, chlorogenic acid, 2,5-dihydroxybenzoic acid, caffeic acid, rutin, *p*-coumaric acid, quercetin, kaempferol and isorhamnetin were detected in different amounts in the all extracts. Fermentation process positively influenced total phenolic and total flavonoid content, DPPH radical scavenging activity, $ABTS^{+}$ activity.

Keywords: *Viburnum Opulus* L.,Gilaburu, antioxidant activity, HPLC-DAD

References

[1] Anonymous, 2010. http://www.gilaboru.com/index_dosyalar/Gilaborufaydalari.htm (Accessed on: 17.10.2011

➢ *ORAL PRESENTATION*

The effect and accuracy of the use of UAV in road projects on the calculation of earthworks

İzzet Ersoy[1] * (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2492-4163), Önder Gürsoy[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1531-135X), Rutkay Atun[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9959-2058)

*[1]Sivas Cumhuriyet University, Engineering Faculty, Department of Geomatics, Sivas, Turkey.

* Corresponding author e-mail: ersoy.izzet@hotmail.com

Abstract

With the development of technology, the use of UAV technology, which is an alternative to terrestrial photogrammetry in many areas, is increasing day by day. In addition to producing high-accuracy data with UAVs, UAVs provide great convenience in terms of both time, cost, and labour. Topographic conditions are the most important factors affecting the road design. For the road project, the topographic conditions should be known and analysed well. However, in situ measurements in order to design road projects in large areas cause both long periods and large costs. In this study, the comparison of the accuracy to be obtained as a result of long and challenging processes in road projects, which are the result of obtaining dimensional drawings and cubage calculations with UAV, is investigated. As the study area, around Yemişlik District of Elazig, 330 m in length and 95 m a mountainous area with a wide width is considered. The area, which was first measured using the in situ measurement method, was then measured by UAV using 4 Ground Control Points (GPD). PPK (Post Process Kinematic) technique was used to measure with UAV. İn situ measurement was carried out with the CORS technique by means of a GNSS device. In both measurements, the digital elevation model was created from point clouds and their differences were compared. This model created was accepted as the current state of the land (black level) in the road project, 2 projects with the same grade elevation, sections, and road corridor were prepared and after the road project was created, the excavation-fill excavation calculations (Cubage) were examined and the differences between them were compared. The images obtained by the UAV were processed in Pix4D software. AutoCAD Civil 3D and Bentley Power Civil V8i programs were used to processing the points and create the road project. As a result, it has been determined that the average height difference in the photogrammetric method is +14 cm compared to the in situ measurement and a difference of +3.25% in the amount of earthwork. It was concluded that this difference was due to the sensitivity of the in situ measurement due to the land structure full of large stones.

Keywords: UAV, Photogrammetry, Cubage, Highway Project.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Kardan milinde çap ve güç değişikliğine bağlı olarak emniyet katsayısının araştırılması

Bekir Keskin[1*] (0000-0003-3231-156X), İbrahim Sevim[2] (0000-0003-0582-4992)

[*1]Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye
[2]Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: bekir.keskin@yalova.edu.tr

Özet

Çalışmada farklı malzemelerden, değişik çaplarda imal edilmiş olan kardan milleri incelenmiştir. Kardan millerinin farklı güçler aktarması durumunda oluşan emniyet değerleri üzerine çalışılmıştır. Mil iç çapının, kullanılan malzemenin ve aktarılan gücün, emniyet değerine etkisinin analitik hesaplanması ve sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır. Analitik çözümler sonucunda elde edilen değerler kullanılarak farklı durumlarda emniyet değerinde meydana gelen değişikliklerin grafikleri oluşturulmuştur. Hesaplamalar Excel programı ile bilgisayar kullanılarak yapılmış, grafikler bu hesaplamaların sonuçları alınarak Excel programında çizilmiştir. İlk adım olarak üç farklı malzemenin kullanıldığı çalışmada, farklı güçlerin aktarılması durumunda ortaya çıkan emniyet değerleri hesaplanmıştır. Gücün artırılması ile emniyet değerinde meydana gelen değişiklik incelenmeye çalışılmıştır. Her bir malzeme için farklı güçlerde oluşan emniyet değerleri grafik üzerinde gösterilmiştir. Gerekli emniyetin sağlanmadığı durumlar değerlendirilmiştir. İkinci adımda 30 kW güç aktarılması durumunda, mil iç çapında yapılan boyut değişikliğinin emniyet değerine etkisi gözlenmiştir. İç çap değerinin artmasının emniyet değerinde oluşturduğu değişiklik grafik üzerinde gösterilmiştir. Üçüncü adımda ise St-70 çelik malzeme için 50 kW güç aktarılması durumunda, çap değişikliği yapılırsa her bir çap için oluşacak olan emniyet değerleri hesaplanmıştır. Çap değerinin artırılması ile emniyet değerinde meydana gelen değişiklik sütun grafiğiyle gösterilmiştir. Yapılan her bir incelemede, gerekli mukavemeti sağlayan emniyet değeri sınırı grafiklerde gösterilmiştir. Bu sınır değeri, gerekli olan mukavemet değerinin anlaşılmasını sağlamaktadır. Materyal ve metot bölümünde, çalışma süresince yapılan analitik hesaplamaların adım adım ne şekilde yapıldığı açıklanmıştır. Bu hesaplamalardan ulaşılan veriler ile oluşturulan grafikler kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Bu hesaplamalar sayesinde St-70 malzemenin iç çapının 29 mm altında gerekli emniyet değerini sağlamadığı görülmüştür. Yapılan hesaplamalarda ve hesaplamalardan alınan değerler sonucunda oluşturulan grafiklerde gerekli emniyet değerini sağlamadığı görülen noktalar için çözüm önerileri sunulmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kardan Mili, Analitik Hesaplama, Emniyet Değeri

➢ *ORAL PRESENTATION*

Enrichment of rice with different methods of zinc application in red acidic soil of West Bengal, India

Sunandana Mandal[1]* (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7637-4194), Goutam Kumar Ghosh[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6584-6347)

[*1]Young Scientist and Researcher, Jagadis Bose National Science Talent Search, Kolkata, India
[2] Visva-Bharati, Palli Siksha Bhavana, Department of Soil Science and Agricultural Chemistry, Sriniketan, Birbhum, India

*Corresponding author e-mail: sunandanamandal@gmail.com

Abstract

Zinc (Zn) has been identified as one of the major problems in recent times which lead to reduce the nutritional quality as well as yield of cereal grains, which in turn affect human health adversely. This problem has been found to be acute in case of rice eaters, as rice is the staple food for most of the human population. Being one of the most essential micronutrient, Zn deficiency appears as a threat to human population, especially for the children. Increase in grain Zn concentration thus efficiently adds nutritional value to the food. Increasing Zn concentration by applying fertilizers thus appears to be an effective way to increase grain Zn concentration. Field experiments on rice (variety MTU-1010) crop thus carried out for two successive growing seasons (wet season, 2017 and dry season, 2018) at the experimental farm of Palli Siksha Bhavana, Visva-Bharati, West Bengal, India to determine the efficiency of Zn fertilization on various agronomic traits such as plant height, grain quality, leaf chlorophyll and leaf Zn content of rice plant. Zn was applied on soil as Zinc Sulphate Hepta Hydrate at the rate of 5 kg/ha and on foliage as 0.30% Nano-Zinc oxide spray. Chlorophyll content as well as Zn content in rice plant leaves were determined after 15 days, 30 days, 45 days from the day of transplanting, at the time of flowering and post-flowering. Plant heights were recorded at different intervals. At the time of harvest, quality parameters (amylose, starch and crude protein content) were determined for the rice grain samples. Present study shows that foliar Zn fertilization performs in a better way in comparison to soil Zn fertilization when it comes to analyzing parameters such as leaf Zn content, chlorophyll content, grain crude protein and plant height in comparison to the treatments with no Zn fertilization.

Keywords: Zn fertilization, Leaf Zn Content, Chlorophyll content, Plant Height, Quality parameters, Rice

➢ *ORAL PRESENTATION*

Lepton Flavor Violation of $H \longrightarrow \tau\ \mu$ Decays in the Supersymmetric Seesaw Type-I Model

Vael HAJAHMAD (https://orcid.org/0000-0002-4086-2348)

Erzincan Binali Yildirim University, Faculty of Arts and Sciences, Physics Department, Erzincan, Turkey

Corresponding author e-mail: whahmad@erzincan.edu.tr

Abstract

Lepton flavor violation (LFV) in decays of Higgs boson $H \longrightarrow \tau\ \mu$ is studied within the minimal supersymmetric standard model (MSSM) extended by Seesaw type-I model. Assuming that the mass scale of Majorana neutrinos is much larger than the scale of supersymmetry ($M_R \gg M_{SUSY}$). The obtained Weinberg operator is being suppressed by the large energy scale $M_R \sim 10^{14}\ GeV$ which generates the light neutrinos masses.
The decay rates for the lepton flavor violating Higgs boson decays are evaluated by using the supersymmetric high scale seesaw models, in particular type-I Seesaw model. High scale seesaw models are used for generating the LFV. Thus, the obtained value of the upper limit of the branching ratio of $H \longrightarrow \tau\ \mu$ decays is around 1.1×10^{-3} at Majorana mass scale of the right-handed neutrinos in the degenerate state of $M_R = 1 * 10^{13}\ GeV$. This result corresponds to the sensitivity of future colliders (FCC-ee/ CEPEC).

Keywords: Lepton flavor violation, Minimal supersymmetric standard model, Supersymmetric seesaw type-I model, Higgs boson, Majorana neutrinos.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Porous organic polymer films for electronic applications

Hakan Bildirir* 0000-0001-9909-4585

IMDEA Energy, Photoactivated and Electrochemical Processes Units, Mostoles, Spain

*Corresponding author e-mail: hakanbildirir@gmail.com

Abstract

Porous materials provide high accessible surface areas, and categorized to three main categories depending on their building blocks as fully inorganic, inorganic-organic hybrid, and fully organic porous materials. Porous organic polymers are the flagship of the last group, and generally produced by using rigid and angled monomers to form empty voids (pores) along the backbone. Moreover, presence bulky side groups such as branched alkyl chains are not desired since they reduce the accessibility of the pores. As a consequence of rigidity and lack of solubilizing alkyl chains, these class of materials are non-soluble.[1]

Porous organic polymers have been used for the common application areas of porous materials from separation to catalysis, and exhibited competitive performances.[1] That being said, those compounds are particularly attractive for the applications based on electron transfer such as photocatalysis and photovoltaics thanks to their electron rich, stable, and high dimensional porous backbone.[2] However, the non-soluble nature of the porous organic polymers limits their applicability for organic electronics, especially for their integration to electronic devices since common methods of device construction relies on solution-processed film formation. Even though there have been several reports on homogeneous film production from those non-soluble compounds, there is a huge room for improvement.[3] In this contribution, the methods developed for the production of porous organic polymer films will be discussed. The structures will involve electron-rich, heteroatom-based conjugated monomers, and there will be several examples of polymerization techniques from trans metal catalysed C-C couplings to electrochemical polymerization.

Keywords: Porous organic polymers, organic electronics, thin films.

References

[1] N. Chaoui, M. Trunk, R. Dawson, J. Schmidt, A. Thomas, *Chem. Soc. Rev.* **2017**, *46*, 3302–3321.
[2] H. Bildirir, V. G. Gregoriou, A. Avgeropoulos, U. Scherf, C. L. Chochos, *Mater. Horizons* **2017**, *4*, 546–556.
[3] H. Bildirir, *Crystals* **2021**, *11*, 762.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Phenomenology of Lepton Flavor Violation of $Z \longrightarrow e\,\tau$ Decays in the SUSY Seesaw Type-I Model

Vael Hajahmad[1*](https://orcid.org/0000-0002-4086-2348), Murhaf Alsayed Ali[2*](https://orcid.org/0000-0003-3267-3640)

[*1]Erzincan Binali Yildirim University, Faculty of Arts and Sciences, Physics Department, Erzincan, Turkey
[*2] Idlib University, Faculty of Sciences, Physics Department, Idlib, Syria

[*1]: e-mail: whahmad@erzincan.edu.tr
[*2]: e-mail: murhafalsayedali@gmail.com

Abstract

Lepton flavor violation in $Z \longrightarrow \tau\, e$ decays of Z boson is studied in the context of the constrained minimal supersymmetric standard model (CMSSM) extended by Seesaw type-1 model. Assuming that the mass scale of Majorana neutrinos is much larger than the scale of supersymmetry ($M_R \gg M_{SUSY}$). So that right-handed Majorana neutrinos do not have any contribution to M_{SUSY}. This in turn leads to obtain Weinberg operator being suppressed by the large energy scale $M_R{\sim}10^{14}\ GeV$ which generates the light neutrinos masses.
The computation of the decay rates is performed in the realization given by the type-1 Seesaw model. Thus, the best value reached of the upper limit of the branching ratio of $Z \longrightarrow \tau\, e$ decays is 1.25×10^{-9} at Majorana mass scale of the right-handed neutrinos in the degenerate state is $M_R = 1 * 10^{13}\ GeV$. This result is far away from the most recent results of the LHC (ATLAS experiment) result which is around $7.00 * 10^{-6}$. On other hand, it corresponds to the sensitivity of future colliders (FCC-ee/ CEPEC).

Keywords: Lepton flavor violation, Minimal supersymmetric standard model, Supersymmetric seesaw type-I model, Majorana neutrinos.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Air Permeability Performance of Various Knitted Structures from Novel Regenerated Fibers

Ferid Kırcı* (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8315-5179.), Prof. Dr. Fatma Banu Nergis[1](https://orcid.org/0000-0001-6010-6497), Prof. Dr. Cevza Candan[1](ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2007-5758)

*[1]Istanbul Technical University, Faculty of Textile Technologies and Design, Textile Engineering Department, Istanbul, Turkiye.

*Corresponding author e-mail: kircif@itu.edu.tr

Abstract

Comfort features, which play a key role in the preference of textile products are gaining importance every day. Knitted fabrics are more preferred as their superior air permeability, touch and stretching ability compared to other fabric structures. Air permeability is one of the crucial parameters of knitted fabrics in terms of comfort because it provides moisture regulation which improves skin moisture balance and reduces skin irritation. Fibre type, yarn composition and structure, and fabric structure are the most significant factors that affect comfort of knitted goods. In the light of this information, the study focused on examining the effect of aforementioned parameters on air permeability of various types of knitted structures from some novel, eco-friendly regenerated fibres. In doing so, the focus of the study is on the most commonly used knitted structures, namely plain jersey, rib and interlock fabrics. In addition to the collagen peptide-containing yarns i.e. Umorfil polyester, Umorfil nylon and Umorfil viscose, the conventional yarns from cotton, nylon, polyester and lyocell fibers were also included in the study for comparison reasons. The results obtained showed that the air permeability of knitted fabrics depends on the knit structure since the single jersey fabrics had the highest air permeability where interlock fabrics had the lowest. In addition to that, irrespective of the knitting structure, a comparison of the fabrics from cellulose-based yarns revealed that Lyocell fabrics allowed higher air penetration than the Umorfil viscose and cotton ones. Finally, it was observed that the knitted structures from conventional polyester and nylon yarns have higher air permeability values than their Umorfil counterparts.

Keywords: air permeability, Umorfil, knitting, collagen peptide fibers, regenerated fibers

➢ *ORAL PRESENTATION*

Controlled chain folding of sequence-controlled polymer chains through the supramolecular interactions

Nese Cakir Yigit[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4714-4488)

[*1]Yalova University, Faculty of Engineering, Department of Polymer Materials Engineering, Yalova, Turkey.

*Corresponding author e-mail: nese.cakir@yalova.edu.tr

Abstract

Controlled chain folding is an essential feature of biological polymers. For instance, non-covalent or covalent interactions stabilize many proteins in a solution. The precise folds of biological materials play a crucial role in determining their unique properties. Hence, substantial research efforts have been made over the past several decades to mimic the folding of natural polymers with a similar degree of structural organization. The folding of polymers can be activated by a site-specific assembly of functional groups and the secondary structures that result from definitely controlled primary structures (monomer sequence, molecular weight, tacticity, etc.). The current state of applied materials science may benefit from sequence-controlled polymerizations. Polymer chains can be precisely positioned along the chain to control molecular, supramolecular, and macroscopic properties. Radical chain-growth polymerizations have recently been subjected to significant efforts to control monomer sequences. Supramolecular self-assembly has received much attention in the last decade for designing and building nanoscale-ordered structures. Much attention has been paid to cyclodextrins (CD), including mainly a-, b-, and g-CDs, and their derivatives as host molecules in supramolecular chemistry.
Herein we reported on the single-chain folding of sequence-controlled polymers of N, N-dimethyl acrylamide (DMA) with b-CD and adamantane (Ada) moieties. A reversible addition-fragmentation chain transfer polymerization (RAFT) procedure was used to prepare well-defined foldable polymer precursors, using inclusion complexation between b-CD and Ada, acting as the driving force for the controlled folding process. As a result, well-defined polymers with controlled monomer sequences, composition, chain length, and molecular weight distribution were observed by gel permeation chromatography (GPC) and ^{1}H NMR spectra.

Keywords: Chain folding, sequence-controlled polymers, RAFT

➢ *ORAL PRESENTATION*

A Content Analysis of Human Factor in Maritime Accident

Ayyüce Yurt[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8002-0858), Cenk Şakar[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5821-6312)

*[1] Dokuz Eylul University, Maritime Faculty, Department of Maritime Education and Training, Izmir, Turkey.
[2] Dokuz Eylul University, Maritime Faculty, Department of Marine Transportation Engineering, Izmir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ayyuce.yurt@deu.edu.tr

Abstract

A considerable amount of research has indicated human error plays a significant role in maritime accidents. The study's objective is to perform a content analysis of the most cited of 30 publications in the English version that discuss how the human element impacts maritime accidents, published between 1975 and 2022.On October 10, 2022, data was extracted from the Web of Science. The primary findings were as follows: The most cited year was 2021, and the most cited article belonged to 2013 with 279 citations, despite the fact that it is clear that the number of referenced publications increased after 2008. Only one of the published articles is not open access, making 96.6% of them so. Following the analysis, it was discovered that Elsevier held the top rank in the comparison of the article publishers with 66.6%, followed by Taylor & Francis with 10%, and Cambridge University Press Wiley with 10% in third position. In terms of the journal indexes, SCI-E makes up 73.3% of the total, followed by SSCI (20%) and ESCI (6.6%). The category quartile of the journals reveals that 33.3% of them are in the Q1 category, 50% are in the Q2 category, 10% are in the Q3 category, and 6% are in the Q4 category. In that order, industrial engineering covers up 50% of the publications' WOS categories, followed by transportation (26.6%) and marine engineering (16.6%). With a percentage of 73.3%, it was seen that quantitative approaches were applied in the context of statistical marine accident data, developed in techniques. Researchers can benefit from the findings of this study by conducting their research with the appropriate journals and regions in consideration. Future research can be more comprehensive by expanding the data set used.

Keywords: Human Factor, Maritime Accident, Human Error, Marine Accident

➢ *ORAL PRESENTATION*

Sıvılaşma Değerlendirmesinde Kayma Dalgası Hızı (Vs) Tabanlı Yaklaşımların Karşılaştırılması: Sakarya/Erenler Yerleşim Alanı Örneği

Ali Silahtar[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7259-4560*), Hasan Karaaslan[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0718-8224*)

[*1]Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye
[2] Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Sakarya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: asilahtar@sakarya.edu.tr

Özet

Bu çalışma, geçmişten günümüze yıkıcı deprem aktivitesi ile öne çıkan Kuzey Anadolu Fay Zonunun (KAFZ) oldukça aktif bir kolu üzerinde yer alan Sakarya/Erenler ilçe merkezi yerleşim alanı sıvılaşma potansiyelinin, kayma dalgası hızı (Vs) tabanlı farklı analiz yöntemleri ile değerlendirmesine odaklanmaktadır. Bu bağlamada çalışma alanında mevcut geoteknik sondajlar dikkate alınarak 15 noktada yüzey dalgası analizi ölçümü gerçekleştirilmiştir. Vs hızlarından güvenlik faktörü (GF) kriterine göre sıvılaşma değerlendirmesinde Andrus ve Stokoe (2000), Kayen vd., (2013) ve Uyanık (2020) yaklaşımları kullanılmıştır. Her bir analiz, çalışma alanın yer aldığı Marmara bölgesinde geniş bir etki alanına sahip (M_w:7.4) 1999 Kocaeli depremi (a_{max}: 0.41g) baz alınarak gerçekleştirilmiştir. Yaklaşımlardan elde edilen GF değerleri hem birbirleri ile hem de SPT-N bazlı olarak elde edilen GF değerleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca bu karşılaştırma her bir veri kazanım noktasında hesaplanan sıvılaşma potansiyeli (LPI) değerleri için de yapılmıştır. Yapılan çözümlemeler neticesinde sıvılaşabilir tabakalar için (GF<1) Uyanık (2020)'den hesaplanan GF değerlerinin genel olarak diğer iki yaklaşıma göre düşük kaldığı gözlemlenmiştir. Buna karşın en yüksek GF değerleri ağırlıklı olarak Kayen vd., (2013)'de tespit edilmiştir. Öte yandan CRR hesaplamasında kullanılan düşey efektif gerilme ile düzeltilen kayma dalgası hızının (Vs_1) 190 m/s den yüksek olduğu silt ağırlıklı kritik tabakalarda en yüksek GF değerleri Andrus ve Stokoe (2000)'de elde edilmiştir. Vs bazlı LPI sınıflamasında Andrus ve Stokoe (2000) ve Kayen vd., (2013) yaklaşımlarından hesaplanan LPI değerleri benzer sınıflar ile tanımlanırken, Uyanık (2020)'de ise genel olarak LPI değerleri bir üst sınıf ile tanımlanmıştır. Özellikle sıvılaşabilir kritik tabaka sayısının arttığı veri kazanım noktalarında LPI değerlerindeki bu saçılımın daha belirgin hale geldiği gözlemlenmiştir. Her ne kadar LPI, SPT-N bazlı grafiklerden amprik olarak elde edilmiş ve fiziksel olarak bu yaklaşım ile özdeşleşmiş olsa da Vs bazlı yaklaşımlardan Kayen vd., (2013)'den hesaplanan LPI değerlerinin SPT-N'den elde edilenler ile oldukça uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kayma dalgası hızı, Sıvılaşma analizi, Sıvılaşma potansiyeli indeksi, Sakarya

➢ *ORAL PRESENTATION*

Gümüş Nanoparçacıkların Protein Etkileşimleri

Ceyda Öksel Karakuş (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5282-4114)

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, İzmir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:ceydaoksel@iyte.edu.tr

Özet

Doğal yapılı nanomalzemeler tabiatın varoluşundan bu yana doğada bulunmalarına rağmen, mühendislik ürünü olarak üretimlerinin kavramsal temeli ünlü teorik fizikçi Richard Feynman'ın 1959 yılında yaptığı "Aşağıda Daha Çok Yer Var" başlıklı konuşmasıyla atılmış ve takip eden yıllarda farklı uygulamalarda kullanılmak üzere geliştirilip özelleştirilmiştir. Resmi rakamlar piyasada %42'si sağlık sektöründe olmak üzere yaklaşık 2000 nano-yapılı malzeme olduğunu gösteriyor olsa da online kaynaklar bu rakamın 5000'den fazla olduğunu işaret etmektedir. Endüstriyel uygulamalarda en çok kullanılan nanomalzeme grubu metallik yapılı nanoparçacıklardır. Gümüş nanoparçacıklar yüksek antimikrobiyal, antiviral ve antifungal özellikleri nedeniyle biyomedikal uygulamalarda (örn. yara örtüleri, cerrahi aletlerin ve kemik protezlerinin kaplanması, kanser ilaçları vb.) sıklıkla kullanılmaktadır. Gümüş nanoparçacıkları sağlık uygulamaları için cazip kılan bu özellikleri parçacık yüzey alanı ve bileşimi ile doğrudan ilişkilidir ve değişen yüzey özellikleri ile birlikte değişmektedir. Bunun yanı sıra nanoparçacık yüzeyleri biyolojik sıvılar ile etkileşimleri sonucu biyomoleküller ile kaplanmaktadır. Nanoparçacık yüzeyinde oluşan bu protein taç yapısı başta malzeme karakteristikleri ve biyolojik aktivite olmak üzere pek çok yapı ile ilişkili özelliği değiştirmektedir. Gümüş nanoparçacıkların protein etkileşimlerinin ve çevresinde oluşan dinamik protein yapısının aydınlatılması biyomedikal uygulamalarda istenilen performansın eldesi ve olası sağlık risklerinin gerçekci tespiti açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada farklı biyolojik sıvılar ile etkileşime giren gümüş nanoparçacıkların çevresinde oluşan protein yapısı analiz edilmiş ve değişen koşulların protein bileşimine/miktarına olan etkisi incelenmiştir. Gümüş nanoparçacıklar protein yapısının oluşumundan önce ve sonra detaylı olarak karakterize edilmiş ve bu sayede protein etkileşimlerine bağlı olarak değişen morfolojik özellikler belirlenmiştir. Ek olarak nanoparçacık çevresinde oluşan protein yapısının biyolojik aktiviteye olan etkisi hücresel canlılık ölçümleri ile saptanmıştır. Çalışma sonuçları protein taç oluşumunun fizyolojik ortamın bileşimi ve inkübasyon koşulları ile doğrudan ilişkili olduğunu ve hedef proteinler belirlenirken çevresel faktörlerin hesaba katılması gerektiğini vurgulamıştır.

Anahtar Kelimeler: nanoparçacıklar, protein etkileşimleri, nanogümüş, karakterizasyon

➢ *ORAL PRESENTATION*

Study of the wet-chemical etching of barium titanate for the production of nanometer-sized ceramic particles

Sercan Bayındır[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9980-361X), Murat Özen[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3589-2059)

[*1]Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Chemistry, Bursa, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: murat.ozen@btu.edu.tr

Abstract

Studies in the field of nanotechnology are increasing day by day. New approaches of synthesizing or producing specific materials in the nanoscale are continuously investigated. Hydrothermal, sol-gel, solid-state reactions, solvothermal etc. are among the most used production methods of nanomaterials. Wet etching methods are generally used to regulate the surface morphology of semiconductors and silicon-based materials.

In this study, the effect of wet-chemical etching of barium titanate ($BaTiO_3$), which is a perovskite ceramic material that is widely produced and used, was investigated. Strong acids such as HF, HCl, H_2SO_4 and HNO_3 and their mixtures were applied to micrometer-sized $BaTiO_3$ particles with the purpose of downgrading its size, optimally to the nanometer range. A proper procedure was first determined to disperse the ceramic particles by applying ultrasonic energy in various solvents. A 25 volume percent of an ammonium polymethacrylate solution proved to be successful in dispersing the particles. Afterwards, the $BaTiO_3$ powder was added to an acid solution and transferred to a reaction vessel. The reaction temperature was varied from ambient conditions to 60 ℃ and 120 ℃.

It was determined that the etching chemicals reduced the particle size of barium titanate and that a reaction temperature of 120 ℃ was more suitable for wet-chemical etching processes.

Keywords: Wet-chemical etching, Barium titanate, Electroceramics, Nanoparticles, Strong acids.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Ölçek Göstergeli Cam Mikser Kalıbının Özgün Tasarımı ve Geliştirilmesi

Ozan Değer Şener[*1] (ORCID: 0000-0002-0392-0211), Eren Yıldız[1] (ORCID: 0000-0002-3831-6719), Bayram Kuru (ORCID: 0000-0001-7876-2409)[1]

[*1]Merkad Makine Kalıp San.ve Tic. Ltd. Şti., Tasarım Merkezi, İstanbul, Türkiye.

*Sorumlu yazar e-mail: osener@merkad.com

Özet

Mutfaklarda cam mikser ürünlerinin, yemek hazırlık ekipmanları arasında önemli bir yeri vardır. Mikserin cam haznesi üzerinde bulunan ölçek göstergelerinin mikser kapasitesi, cam kabı ebat ve geometrilerin farklılık göstermesi nedeni ile tasarımlara özgü geliştirilmesi gerekmektedir. Cam mikser kalıbının tasarımının zorluğu ve karmaşıklığı nedeniyle üretiminde çeşitli sorunlar (cam mikser alt kısmındaki diş profilinin tasarımından kaynaklı karşı taraf ile uyuşmazlığı, cam yüzeyinde farklı çapa göre ölçek gösterge yazılarında çarpıklık vb.) ile karşılaşılmaktadır. Cam mikser ürününün işlevliğinin geliştirilmesi ve farklılaştırılması için özgün kalıp tasarımı, firmamızın tasarım proje personeli tarafından etkin çizim programları kullanarak yapılmıştır. Müşteri beklentileri doğrultusunda tasarıma özgü cam mikser kalıp tasarımı ardından uygun kalıbın elde edilmesi ile nihai cam mikser ürününün geliştirilmesi ve işlevliğinin artırılmasına tasarım faaliyetleri ile katkı sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Ölçek göstergeli cam mikser, cam kalıp tasarımı

➢ *ORAL PRESENTATION*

The effect of solvent and solid:liquid ratio on the extraction of jujube fruit phenolic compounds

Işık Hazal KÜPCÜ[1] (ORCID: 0000-0002-9252-7664), Kader TOKATLI[2*] (ORCID: 0000-0002-3837-0248)

[1] Tokat Gaziosmanpaşa University, Institute of Graduate Studies, Food Engineering, Tokat, Turkey
[2*] Tokat Gaziosmanpaşa University, Faculty of Health Science, Department of Nutrition and Dietetics, Tokat, Turkey

*Corresponding author e-mail: kader.tokatli@gop.edu.tr

Abstract

Nowadays, the extraction of phenolic compounds from fruits which high phenolic content is one of the most frequently studied subjects. Within the scope of the study, the effect of different solvents and solid:liquid ratios on the extraction of phenolic compounds from jujube fruit which high phenolic content was investigated. For this purpose, jujube fruits, which were first dried at 50°C, were ground and powdered. In the extraction of phenolic components from the powdered Jujube fruit, 70% ethanol and 70% methanol solvents and 1:1, 1:4, 1:8 and 1:9 solid:liquid ratios were used as variables, and the extraction was carried out by incubation at 70°C for 6 hours. After the extract obtained at the end of the extraction was filtered, the solvent in the filtrate was removed in the rotary evaporator. In the last step, the total phenolic substance was determined in the extracts and the results were compared. When the results were evaluated, because of the extractions carried out with both solvents, the total amount of phenolic substances increased with the increase in the amount of solvent. The total phenolic content of the extracts extracted with methanol was found to be higher for all applications than the total phenolic content of the extracts extracted with ethanol. The lowest total phenolic substance content was recorded as 0,99 mgGAE/g after 6 hours of incubation with 70% ethanol at 1:4 solid:liquid ratio and the highest total phenolic substance content was recorded as 2,65 mgGAE/g after 6 hours of incubation with 70% methanol at 1:9 solid:liquid ratio.

Keywords: Jujube, Phenolic compound, Extraction

➢ *ORAL PRESENTATION*

Chlorine Bypass Design by CPFD Simulation in Cement Industry

Fırat Aslan[*1], Kaan Büyükmurat[*1], Berk Esin[*1], Havva Hande Cebeci[*2] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-8295-0418)

[*1] Dal Teknik Makina A.Ş., Şirinevler, İstanbul
[*2]Yildiz Technical University, Chemical-Metallurgy Faculty, Chemical Engineering, Davutpaşa, Istanbul

*Corresponding author e-mail: hande.cebeci@dal-group.com

Abstract

Volatile components in cement raw materials and alternative fuels such as chlorine, alkali and sulfur are condensed in the circulation in the kiln preheater system. This circulation often causes problematic coatings due to the formation of low melting components. This affects the kiln operation. The aim of our study, as Dal Teknik Makina, is to optimize chlorine bypass simulations in the most profitable way in the cement industry. The issues of the chlorine bypass were identified and optimization solutions have been presented.
The targets of the modification, the main process is to cool the gas stream exiting the gas bypass to a temperature of about 400°C, condense the volatile components on the dust particles from the burnt raw material, then separate them in a dust collector and remove them together with the dust. We used computational particle fluid dynamics (CPFD) became a simulation tool for investigating the gas distribution of velocity, temperature and particle behaviour in the chlorine bypass.
According to these simulations, the best alternative is taking the bypass gas from the front side of the kiln inlet because it protects the material coming from the lowest stage cyclone and it has the least dust concentration at the outlet. According to these simulations, the best alternative is taking the bypass gas from the front side of the kiln inlet because it protects the material coming from the lowest stage cyclone and it has the least dust concentration at the outlet.

Keywords: Chlorine Bypass, Chlorine Circulation, Cement Kiln

➢ *ORAL PRESENTATION*

How can we develop entrepreneurial attributes through STEM education?

Sila Kaya-Capocci[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2653-855X)

[*1]Agri Ibrahim Cecen University, Faculty of Education, Department of Science Education, Agri, Turkey.

*Corresponding author e-mail: silakaya@agri.edu.tr

Abstract

STEM education has been studied for a few decades, and entrepreneurship recently started to be integrated into education. Although there are many benefits of both approaches, their integration is fairly new. Furthermore, there are many misconceptions about entrepreneurship due neglecting the difference between enterprise education and entrepreneurship education and transferring the knowledge directly from business school to education departments without conceptually adapting it. For example, although entrepreneurship is currently viewed in education from financial perspective which is aiming to start a business and/or prioritise monetary benefits, education departments should adopt a different perspective as the main aim of education is to bring up citizens who value societal benefits more than individual gains. The education departments should focus on developing entrepreneurial attributes or skills by internalizing the innovative and social entrepreneurship perspective. Within this sense, the study aims to provide example activities to improve students' entrepreneurial attributes through STEM education. To achieve this goal, a few entrepreneurial STEM activities were identified and implemented with three students at a public university in the East of Turkey as part of a selective MA course titled "Enterprise Education and Entrepreneurial Skills". Following the implementation, the participants will be interviewed about the effectiveness and potential challenges of the activity and potential skills that can be developed through it. The results will be analysed through thematic analysis, and the preliminary findings will be presented. Based on the results, suggestions will be made about selection and implementation of effective activities to develop entrepreneurial attributes through STEM education.

Keywords: Entrepreneurial attributes, entrepreneurial STEM activities, STEM education, teacher education

➢ *ORAL PRESENTATION*

BAM tipi bir yapay sinir ağının üstel kararlılığı

Ayşen KÜTAHYALIOĞLU[1*] (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0003-3007-023X), Fatma KARAKOÇ[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4351-0073)

[*1]Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik, Ankara, Türkiye
[2] Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik, Ankara, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: ayshen79@yandex.com

Özet

Bu çalışmada uyumlu türev içeren çift yönlü yapay sinir ağı modeli incelenmiştir. Bu modelin denge noktasının çeşitli normlara göre varlığı ve tekliği Banach daralma dönüşümü ile gösterilmiştir. Ayrıca uygun bir Lyapunov fonksiyonu yardımı ile denge noktasının kesirli üstel kararlılığı için yeter koşullar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar sayısal örnekler ile desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üstel kararlılık, Çift yönlü yapay sinir ağları, Uyumlu türev, Lyapunov fonksiyonu

Teşekkür: Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 122F329 numaralı proje ile desteklenmektedir.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Recent Advances in Genomic Selection of Beef Cattle

Nursen Şentürk, Dilara Taşkın, Mehmet Emin Günhan, Sena Ardıçlı*

Bursa Uludag University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Genetics, Bursa, Turkiye

*Corresponding author e-mail: sardicli@uludag.edu.tr

Abstract

Until the late 20th century, breeding in farm animals was performed by traditional selection methods using phenotypic data. In this context, a certain level of genetic progress has been achieved, especially with the more efficient evaluation of pedigree records and the development of more comprehensive statistical methods. Nevertheless, the development of molecular genetic methods and their increasing use in livestock breeding have increased the accuracy of selection programs, resulting in a high level of genetic progress. The primary objective in beef cattle breeding is to obtain a high beef yield. However, beef quality has become increasingly important in recent years. This shows once again the need to focus on the question of high beef quantity or higher beef quality. Because the molecular genetic basis for answering this question seems to be quite complex. This complexity clearly demonstrates that selection programs can create flexibility in terms of yield vs quality and allow the application of purposeful selection models and that intensive selection on meat quality can lead to precise regressions in fattening performance, or vice versa. Moreover, most of the carcass characteristics are detectable after slaughter. Therefore, the data to be obtained as a result of an effective genetic evaluation is indispensable. In recent years, many genes related to growth rate, carcass weight, lean meat, marbling, and texture have been specifically identified. However, as with many other economically important quantitative traits, carcass and meat quality traits are controlled by numerous genes with minor effects. Therefore, marker-assisted selection (MAS) was able to achieve a limited level of progress. Data from genome-wide association studies (GWAS) and newly-developed SNP chip technologies are seen as a very effective option to select animals with superior characteristics. In this study, current developments in GWAS, challenges, and possible solutions for genomic selection in beef cattle will be discussed.

Keywords: Beef cattle, MAS, GWAS, SNP, Carcass quality, Fattening performance

➢ *ORAL PRESENTATION*

Disposable DNA biosensors for electrochemical investigation of interaction between *Hypericum scabrum* L.

Hasret SUBAK[1*], (ORCID: http://orcid.org/0000-0003-0100-2529),
Mert ILHAN[2](ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5042-3915)

[*1]Yuzuncu Yil University, Faculty of Pharmacy, Analytical Chemistry Department, 65010, Van, Turkey.
[2]Duzce University, Faculty of Pharmacy, Pharmacognosy Department, 81010, Duzce, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ecz.hasrets@gmail.com

Abstract

Hypericum scabrum L. is a perennial herbaceous plant from the Hypericaceae family. It is a rich medicinal plant containing compounds in the structure of tannin, phloroglucinol, phenylpropane, flavonoids, and proanthocyanins (Duman & ÇAKIR-DİNDAR, 2020). *H. scabrum*, popularly known as "ferment grass, stomach grass, kepirot", is used against peptic ulcer, gastritis, hemorrhoids, rheumatism, constipation, and jaundice (YILDIRIM, 2006). Biological activity studies have revealed that this plant has anxiolytic, antiparasitic, antioxidant, cytotoxic, protective against DNA damage, hypolipidemic, antihypoxic, and antidepressant effects (Hamzeloo-Moghadam et al., 2015)(Eslami et al., 2011; Faraji et al., 2021; Ghasemi Pirbalouti et al., 2014; Hamzeloo-Moghadam et al., 2015; Kizil et al., 2011). In this study, the plant extract of the Hypericum scabrum species, which is used as a therapeutic against various diseases among people, was investigated electrochemically. The effectiveness of these plant extracts, whose protective effect on DNA has been demonstrated by different studies, will be studied for the first time with disposable DNA biosensors. As known, small molecule DNA binding mechanisms are elucidated with DNA biosensors (Aragay & Merkoçi, 2012; Khater et al., 2017; Muti et al., 2012; Rivas et al., 2015). In this study, the effect of the plant on DNA will be tried to be explained.

Keywords: DNA, biosensors, Hypericum

References

Aragay, G., & Merkoçi, A. (2012). Nanomaterials application in electrochemical detection of heavy metals. *Electrochimica Acta*, *84*, 49–61. https://doi.org/10.1016/j.electacta.2012.04.044

Duman, H., & ÇAKIR-DİNDAR, E. C. E. G. (2020). Hypericum alacamdaglariense (Hypericaceae), a new species from Turkey. *Phytotaxa*, *470*(2), 176–185.

Eslami, B., Nabavi, S. F., Nabavi, S. M., Ebrahimzadeh, M. A., & Mahmoudi, M. (2011). Pharmacological activities of Hypericum scabrum L. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, *15*(5), 32–37.

Faraji, N., Ganji, A., Heshami, N., Salehi, I., Haddadian, A., Shojaie, S., & Komaki, A. (2021). Hypolipidemic effects of Hypericum Scabrum extract on the serum lipid profile and obesity in high-fat diet fed rats. *Human Antibodies*, *29*(1), 55–61.

Ghasemi Pirbalouti, A., Fatahi-Vanani, M., Craker, L., & Shirmardi, H. (2014). Chemical composition and bioactivity of essential oils of Hypericum helianthemoides. Hypericum perforatum and Hypericum scabrum. *Pharmaceutical Biology*, *52*(2), 175–181.

Hamzeloo-Moghadam, M., Khalaj, A., & Malekmohammadi, M. (2015). Cytotoxic activity and apoptosis induction of Hypericum scabrum L. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, *17*(10).

Khater, M., Escosura-muñiz, A. De, & Merkoçi, A. (2017). Biosensors and Bioelectronics Biosensors for plant pathogen detection. *Biosensors and Bioelectronic*, *93*(June 2016), 72–86. https://doi.org/10.1016/j.bios.2016.09.091

Kizil, G., Kizil, M., Çeken, B., Yavuz, M., & Demir, H. (2011). Protective ability of ethanol extracts of Hypericum scabrum L. and Hypericum retusum Aucher against the protein oxidation and DNA damage. *International Journal of Food Properties*, *14*(4), 926–940. https://doi.org/10.1080/10942910903491181

Muti, M., Kuralay, F., & Erdem, A. (2012). Single-walled carbon nanotubes-polymer modified graphite electrodes for DNA hybridization. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, *91*(1), 77–83. https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2011.10.042

Rivas, L., Mayorga-Martinez, C. C., Quesada-González, D., Zamora-Gálvez, A., de la Escosura-Muñiz, A., & Merkoçi, A. (2015). Label-Free Impedimetric Aptasensor for Ochratoxin - A Detection Using Iridium Oxide Nanoparticles. *Analytical Chemistry*, *87*, 5167–5172. https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5b00890

YILDIRIM, B. A. (2006). Sıcaklık Stresi Oluşturulan Broylerlerde Yeme İlave Edilen Taraxacum officinale L. ve Hypericum scabrum L. Bitki Ekstraktlarının Bazı Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *47*(1), 65–70.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Marine kaz göğüs etinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine farklı oranlarda karabiber, kişniş ve zencefil oleoresini kullanımın etkileri

Zeynep Papaker[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0731-9829), Hamide Babaarslan[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2036-0594), Ümran Çiçek[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7327-0277)

[1*]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tokat, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: zynppapaker@gmail.com

Özet

Bu araştırma ile marine edilmiş kaz göğüs eti üretiminde iki farklı oranda karabiber [0.25Ka (%0.25 karabiber), 0.5Ka (%0.5 karabiber)], kişniş [0.25Ki (%0.25 kişniş), 0.5Ki (%0.5 kişniş)] ve zencefil [0.25Ze (%0.25 zencefil), 0.5Ze (%0.5 zencefil)] oleoresinlerinin kullanımının ürünün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Kontrol (oleoresin kullanılmayan grup) ve oleoresin kullanılan grupların (0.25Ka, 0.5KA, 0.25Ki, 0.5Ki, 0.25Ze ve 0.5Ze) üretimi amacıyla Kars ilindeki yetiştiricilerden temin edilen kaz göğüs etleri kuşbaşı iriliğinde doğrandıktan sonra +4 ^{0}C'de 12 saat süre ile marine edilmiştir. Üretilen marine kaz göğüs eti gruplarının genel bileşim ve marinat absorbsiyon değerleri yanı sıra +4ºC'de 7 günlük depolama süresince (0., 3., 5. ve 7. günlerde) pH, titrasyon asitliği (TA), tiyobarbütirik asit sayısı (TBA) ve pişirme kaybı (PK) değerleri belirlenmiştir. Marine kaz göğüs eti gruplarının nem, yağ, protein, kül ve tuz içerikleri ile marinat absorbsiyon değerlerinin sırasıyla %67.53-69.15, %2.78-4.38, %18.68-20.98, %4.77-6.48, %3.44-4.10 ve %1.68-%3.06 aralığında olduğu belirlenmiştir. Marine kaz göğüs etlerinin 0.gün pH değerlerinin 5.53-6.04 aralığında olduğu ve en yüksek pH değerlerinin Kontrol ve 0.5Ki gruplarına ait olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Depolama sonunda (7.gün) grupların pH değerlerinin 5.44-6.22 aralığında olduğu ve en yüksek pH değerinin Kontrol grubuna ait olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Depolama başlangıcında marine kaz göğüs eti gruplarının TA değerlerinin %0.82-%1.28 laktik asit ve depolama sonunda grupların TA değerlerinin %0.86-1.44 laktik asit aralığında değiştiği tespit edilmiş olup bu aşamalarda en yüksek TA değerinin %0.5Ka grubuna ait olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$). Marine kaz göğüs eti gruplarının 0. gün TBA değerlerinin 6.27-11.17 mg MA/kg aralığında ve, 7. gün TBA değerlerinin ise 5.14-12.52 mg MA/kg aralığında olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Soğuk muhafaza süresince zencefil oleoresini ile marine edilen grupların diğer gruplara kıyasla daha düşük TBA değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir ($p<0.05$). Tüm gruplarda PK değerleri depolama süresince düşme eğilimi göstermiştir ($p<0.05$). Bu çalışma ile elde edilen veriler göz önünde bulundurulduğunda zencefil oleoresini içeren marinatların marine kaz göğüs eti üretiminde kullanımının lipid oksidasyonunu önlemede daha etkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kaz eti, Marinasyon, Oleoresin, Lipit oksidasyonu, Marinat absorbsiyon.

➢ *ORAL PRESENTATION*

3D Printer'ın döküm fabrikasında kullanımı

Erdu Doğuş Gül (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4370-5364)

Demisaş Döküm Emaye Mamülleri San. A.Ş., Mühendislik ve Ar-Ge Müdürlüğü, Bilecik, Türkiye

Sorumlu yazar e-mail: dogus.gul@demisas.com.tr

Özet

Döküm prosesinde besleyiciler parçadan sonra katılaşması gereken, katılaşma esnasında hacimsel çekmeyi parçadan kendi içerisine yönlendiren araçlardır. Dikey kalıplama hatları bulunan Demisaş'ta genellikle kum besleyici kullanılmaktadır. Model plakaları üzerinde parçanın figürü gibi hazırlanan besleyiciler kum kalıpta parçayla beraber boşluk oluştururlar. Standart ölçülerdeki besleyiciler zaman zaman kullanılsa dâhi besleyiciler genellikle beslemek üzere yerleştirildiği bölgeye özgün olarak tasarlanırlar. Tasarlanan besleyiciler öncelikle döküm simülasyon programları ile test edilir, uygun sonuç alındıktan sonra plakaya işlenir.

Ürünler devreye alınırken plaka üzerinde ölçü, dolum süresi ve kalite için iyileştirmeler yapılır. Bu durum araldit besleyici kullanımına veya çelik macun ile var olan besleyici üzerinde değişiklikler yapmaya neden olmaktadır. Ürün devreye alındığında bu türdeki besleyiciler sökülerek pik besleyiciye geçiş yapılır. Özellikle tabanı düzgün yüzey olmayan besleyiciler için kullanılan araldit malzeme ile besleyicilerin hazırlanması uzun zaman almaktadır. İstenilen besleyici ve boğazının el işçiliğiyle hazırlanması bir vardiya, karşılıklık plakalardaki her iki tarafı için ayrı ayrı kalıp çıkartılması yine bir vardiya sürmektedir. Ardından bu kalıptan tek tek besleyicilerin çoğaltılması gerekir ki bu işlem de her bir besleyici için birkaç saat sürmektedir. Çok sayıda besleyici olan bir plakada bu işlemin aldığı zaman önemli ölçüde artmaktadır.

Yeni ürün devreye alınana kadar kullanılan besleyicilerin 3D yazıcıyla üretilmesi bu süreci kritik ölçüde kısaltmaktadır. El işçiliğiyle en az üç vardiyayı bulan süreç 3D yazıcı sayesinde tek vardiyada bitmektedir. Yüksek hassasiyette baskı yapılması ve daha kararlı ölçüler alınması gibi ek faydaları da mevcuttur. Ayrıca ağırlık kaynaklı malzeme tasarrufu da söz konusudur. Örneğin fabrikada standart ölçülerde kullanılan çapı 70mm olan küresel besleyici, ABS filamentle üretildiğinde araldit malzemeden üretildiğindeki ağırlığın %35,9'u kadardır. Bu durumun sebebi 3D yazıcıdan üretilen besleyicinin iç kısmının petek şeklindeki boşluklu yapısıdır. ABS malzemeden üretilen besleyici ağırlık sebebiyle %57 daha düşük maliyettedir.

Süreç hızlandıran ve maliyet azaltan bu teknoloji dökümhanelere yenilikçi bir bakış açısı kazandırma hususunda büyük önem teşkil etmektedir. Nitekim ilerleyen senelerde sektördeki kullanımının artacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: 3D printer, maliyet, üç boyutlu yazıcı, tasarruf, FDM, ABS

➢ *ORAL PRESENTATION*

İnşaat sektöründe değer mühendisliği uygulanması önündeki engeller

Mehmet Nurettin Uğural (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8037-7603)

İstanbul Kültür Üniversitesi, Mühendislik Fakülte, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: m.ugural@iku.edu.tr

Özet

Global ekonomi hizmet koşullarının daha iyi yönde gelişim sağlamasını teşvik etmektedir. İnşaat sektöründe de bu süreç belirli bir oranda değer mühendisliği araştırmaları ile sağlanmaya çalışılmaktadır. Değer mühendisliği bir hizmet, süreç veya sistemi iyileştirmek üzere kullanılan bir takım yönetim, üretim ve geliştirme süreçlerinin yaklaşımını yönetme, sistematikleştirme ve geliştirme fonksiyonu olarak nitelendirilebilir. İnşaat sektöründe değer mühendisliği bir yapının işlevselliğinin geliştirilmesi, gereksiz maliyetten kaçınılması, zorlukların ve karmaşıklıkların giderilmesi ve değeri arttırmaya yönelik çalışmaların yapıldığı bir dizi çalışmalar bütünüdür. Değer mühendisliği uygulamalarında müşteriler tarafından gereksinim duyulan fonksiyonlar yeniden gözden geçirilerek, farklı bakış açılarından daha düşük bir maliyete ulaşmasının amaçlamasından dolayı değer mühendisliği yaklaşımı son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Küresel rekabet piyasasında yeni ürün geliştirme sürecinde de etkin olarak kullanılmaya başlanan değer mühendisliğinin özellikle müşteri odaklı değer yaratma açısından kaydettiği performans etkileyici sayılabilir. Bu bağlamda; değer mühendisliğinin üretici ve tüketicilerin satın alma maliyetini %15-25 oranında azalttığı çeşitli çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bununla birlikte firmalar değer mühendisliğine geçiş sürecinde gerek organizasyon içerisinden gerekse organizasyon dışından farklı engellerle karşılaşmaktadırlar. Bu araştırmada değer mühendisliği metodolojisine uygun olarak, İstanbul ilinde değer mühendisliği uygulanması önündeki engellerin belirlenmesi amacıyla bir ölçek hazırlanarak saha çalışması yapılmıştır. Çalışmada inşaat sektöründe değer mühendisliği uygulamasının önündeki engeller belirtilmiş ve sektörde yer alan beyaz yakalı paydaşlara gönderilmiştir. Bu çalışmanın odak noktası belirlenen engellerin sektöre yön veren inşaat mühendisi, mimar ve diğer mühendislerin konuya bakış açıları ve konuya ilişkin değerlendirmelerini öğrenmektir. Araştırma sonuçları SPSS paket programı ile değerlendirilerek değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmiş ve tespit edilen engeller önem derecesine göre sıralanmıştır. Gruplar arası yapılan karşılaştırmalar neticesinde değer mühendisliği konusunda inşaat mühendisi-mimar uyumunun ve mimar-diğer mühendisler arasındaki uyumunun orta düzeyde, inşaat mühendisi-diğer mühendisler arasındaki uyumunun yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Çalışmanın sonucunda değer mühendisliği uygulaması yönünde engeller olarak değer mühendisliği konusunda bilgi eksikliğinin bulunması, yüklenicilerin deneyimsizliği, teknik düzenleme ve standartların eksik olması en büyük engel faktörleri olarak sıralanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Değer mühendisliği, Yapı işletmesi, Proje Yönetimi

➢ *ORAL PRESENTATION*

The effect of magnetic field on a fuel-cell stack

Mustafa Melih Kale[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8979-9805), Erol Kurt[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3615-6926)

[*1]Gazi University, Graduate School Of Natural And Applied Sciences, Branch of Electrical and Electronic Engineering, 06500 Besevler, Ankara, Türkiye
[2]Gazi University, Technology Faculty, Dep. Electrical and Electronic Engineering, 06500 Besevler, Ankara, Türkiye

* Corresponding author e-mail: melihkale.58@gmail.com

Abstract

Fuel cell structures converts chemical energy to electrical energy. In the literature, although there exist many types of fuel cell structures, the most preferable one is so called PEM (polymer electrolyte membrane) type. Since PEM has many advantageous on the other types, there are many applications for the energy requirements. In Ref[1], Bizon, et. al., recommended a new energy control strategy for energy efficiency in a hybrid power system. This energy control strategy mainly uses an optimization scheme for the control of fuel economy by seeking a global extremum in a relevant algorithm, so that the dc power requirement on the load is considered for the flowing charge amount and applied to the air velocity used in the stack. In this work, the effect of magnetic field *B* applied externally to the PEM fuel-cell stack in a hybrid power system is explored. In MatLab/Simulink, field *B* is varied to some extend from very low to the higher values in an arbitrary unit and the conversion output is examined versus the field strength. For this process, *B* gives a positive effect to the flowing current along the cell stack and contributes to the efficiency of the system. There exists an optimum field value, where the cell current flow maximizes. Besides, there exist certain fluctuations in the current where an optimization work is still required.

Key words: Fuel cell, magnetic field, PEM, current fluctuation

References

[1] Bizon N, Lopez-Guede JM, Kurt E, Thounthong P, Mazare AG, Ionescu LM, et al. Hydrogen economy of the fuel cell hybrid power system optimized by air flow control to mitigate the effect of the uncertainty about available renewable power and load dynamics. Energy Convers Manage 2019;179:152-65.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Epigenetics in Aquatic Animals

Semra KÜÇÜK* (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9299-5986)

Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Aquacultural Enginnering, South Campus, 09100, Aydın/Turkey

* Sorumlu yazar e-mail: skucuk@adu.edu.tr

Abstract

The epigenetics is defined as behaviors or environmental effects may change the way of the genes work. This alteration can not change DNA sequences, but do change how the DNA sequences can be read in body. Some factors (hypoxia, temperature, pH, salinity, light, nutrition, pathogens, conspecifics, allospecifics, chemicals) cause phenotypes by changing gene expression without alterations in the DNA sequences of metabolism (nervous system, endocrine system, immune system, digestion system) (Waddington, 1968; Riggs et al., 1996).
In the cells, epigenetic regulation occurs by histone modifications and DNA methylation (regulate gene expression at the levels of chromatin structure and DNA) and microRNAs (translation of mRNA). In this study, it is going to explain the definition, mechanisms and function of epigenetics. And the previous studies have been done about the epigenetics of fish.

Key Words: Fish, Epigenetics, Aquaculture

➢ *ORAL PRESENTATION*

Development and characterization of polylactic acid (PLA) based composite films incorporated with banana peel extract

Alara Aysu Çandarlı[1] (ORCID:https://orcid.org/0000-0002-2617-8590), Aslınur Kuçhan[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2718-7587) Ozge Tekin[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6995-8944), Isinay E. Yuzay[1*] (ORCID:https://orcid.org/0000-0002-0331-9020)

[1] Izmir University of Economics, Faculty of Engineering, Genetics and Bioengineering Dept., Izmir, Turkey.
[2] Bak Ambalaj, R&D Center, Izmir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: isinayyuzay @gmail.com

Abstract

Development of bio-based and sustainable polymeric composites as an alternative to conventional petroleum-based polymeric materials is required particularly for environmental concern. Polylactic acid (PLA) is one of the bio-based and biodegradable polymers used in various industrial application from biomedical to food packaging. In this study, composite films made of polylactic acid (PLA) and banana peel extract as an antioxidant additive with different weight ratios (4 wt% and 8 wt%) were prepared by solvent casting and bilayer coating methods. The newly developed composite films were characterized in terms of antioxidant activity, physical, structural, mechanical, optical, morphological, and oxygen permeability properties using UV/visible spectrophotometry, Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), tensile testing, and scanning electron microscopy (SEM). Tensile strength and toughness of PLA composite films (bilayer coated) were improved by 86 % and 100% at 4 wt% banana peel extract loading level, respectively. The oxygen barrier properties of the films were also enhanced. The PLA composite films incorporated with banana peel extracts (4 wt%) exhibited the highest radical scavenging activity (antioxidant activity) (85 ±3%). Antioxidant activity values levelled off as the banana peel extract content was further increased to 8 wt%. Overall results indicate that composite films based on PLA and banana peel extract have great potential for packaging systems.

Keywords: Polylactic acid, Banana waste, Banana peels extract, PLA, Antioxidant film, Packaging.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Niksar (Tokat) ilçesi'nde satışa sunulan bazı ticari doğal kaynak sularının fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi

Elif ÖZSOY[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6004-1267), Mustafa BAYRAM[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8232-226X)

[*1]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Tokat, Türkiye
[2]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Tokat, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: elifmhnds@hotmail.com

Özet

Canlıların metabolik faaliyetlerinde önemli rol oynayan su, insanlar tarafından tüketilen gıdaların sindirilmesi, vücuttaki dokular arasındaki oksijen ve karbondioksit geçişine kadar birçok etkiye sahiptir. Bu çalışmada Niksar (Tokat) ilçesinde satışa sunulan ambalajlı pet şişe doğal kaynak sularının bazı fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada 10 farklı markadan ve çeşitli satış noktalarından 500 ml'lik pet şişe su örnekleri toplanmıştır. Bütün su örnekleri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğin 17.02.2005 tarihli ve 25730 sayılı numune alma esaslarına göre alınmıştır. Fiziksel analizler renk, koku ve tat olmak üzere İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik'te belirtildiği gibi organoleptik olarak yapılmıştır. Elektriksel iletkenlik (EC) ve pH tayini portatif cihaz ile ölçümü yapılmış, nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), amonyak (NH_3), florür (F^-) ve bor (B) tayinleri spektrofotometrik yöntemle, arsenik (As) tayini ise yarı nicel test şeritleri ve ek reaktifler kullanılarak renk değişimine göre değer aralığı olarak belirlenmiştir. Mikrobiyolojik analizlerde *Escherichia coli (E. coli*) ve koliform bakteri sayımı membran filtrasyon metoduna uygun Koliform Kromojenik Agar (CCA) besiyerleri kullanılarak 24 saat boyunca 36±2 °C'de, 22 °C'de toplam koloni miktarı sayımı ise dökme plak metoduna uygun Triptik Soy Agar (TSA) besiyerleri kullanılarak 68±4 saat boyunca 22 °C'de inkübe edilerek koloni sayımı gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarında pH değeri 7.32-8.41, EC değeri 67.9-228 µS/cm, nitrat değeri 0.2-1.1 mg/L, nitrit değeri 0.002-0.009 mg/L, florür değeri 0-0.35 mg/L, amonyak değeri 0.02-0.14 mg/L, bor değeri 0.0-0.5 mg/L aralıklarında tespit edilmiş olup arsenik miktarı 10 µg/L'nin altında tespit edilmiştir. Bütün su örneklerinde *E. Coli* ve koliform bakteri sayısı 0 kob/250 mL, 22 °C'de toplam koloni sayısı 0.5-1.5 kob/mL değer aralığında görülmüştür. Fizikokimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre su örneklerinde uygunsuzluk görülmemiştir. Elde edilen sonuçlar İTASHY, TS266 ve WHO (2011) verilerine göre değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Doğal kaynak suyu, fizikokimyasal, mikrobiyolojik

➢ *ORAL PRESENTATION*

Van Şehri Park Florası

Hatice Nur DURGUT[1*] (*0000-0002-9954-4934*), Ebru ATAŞLAR[2] (*0000-0001-5755-4256*)

[*1]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 26040, Eskişehir, Türkiye

[2]Doç. Dr.; Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 26040, Eskişehir, Türkiye

* Sorumlu yazar e-mail: haticenurgoktekin@gmail.com

Özet

Doğu Anadolu Bölgesi floristik yapısının bitki çeşitliliğini içerisinde barındıran Van şehri, tür çeşitliliği açısından Türkiye için önemli bir köprü görevi görmektedir. İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde yer alan Van şehri Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki komşu ülkelerden gelen bitki göçleri nedeniyle floristik çeşitlilik göstermektedir. Bu çalışmada, Van şehri parklarının floristik yapısını incelemek için şehir merkezinde bulunan, bölgesel ve jeomorfolojik yapı farklılıkları gösteren *Fidanlık Parkı*, *Kocaeli Dostluk Parkı* ve *Kurtuluş Parkı* seçilmiştir. Çalışma Ocak 2022 - Kasım 2022 tarihleri arasında on beş günlük periyotlar şeklinde gerçekleştirilmiş olup bitkilerin yapraklı, çiçekli ve meyve/tohum durumları fotoğraflanmış ve toplanmıştır. Daha sonra her park için tür tayinleri yapılmış, parklar arasındaki floristik benzerlikler ve farklılıklar belirlenmiştir. İncelenen parklardaki genel floristik yapıya ait tür sayısı bakımından zengin olan bazı familyalar şu şekilde sıralanmaktadır; Asparagaceae, Astaraceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae, Convolvulaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Geraniaceae, Lamiaceae, Ranunculaceae, Resedaceae, Rubiaceae, Solanaceae.

Anahtar Kelimeler: Taksonomi, Ekoloji, Park Florası, Kent Ekolojisi, Van

➢ *ORAL PRESENTATION*

Calcium alginate-bentonite beads for effective removal of ciprofloxacin from water

Ferda Civan Çavuşoğlu[1*] (https://orcid.org/0000-0003-1401-7607)

[*1]Beykent University, Engineering and Architecture Faculty, Chemical Engineering Department, Istanbul, Turkey.

* Corresponding author e-mail: ferda.cvn@gmail.com

Abstract

Antibiotics are the most widely used powerful drugs against bacterial infections in humans, animals and plants. Ciprofloxacin, an antibiotic agent, is one of the pharmaceutical molecules used in the treatment of bacterial infections, especially urinary tract infections and pneumonia. Antibiotics are released by the pharmaceutical industries, causing significant water pollution. Ciprofloxacin is detected in surface water, groundwater, wastewater, sewage and soil. Antibiotic residue is also highly toxic to aquatic organisms, although at low concentrations. Therefore, removal of micropollutants such as antibiotics from water is necessary for the environment and human health. In this study, calcium alginate-bentonite beads (CAB) were used as adsorbent for ciprofloxacin removal from aqueous solutions. For this purpose, FTIR and TGA analyzes were performed to determine the structural and thermal properties of adsorbents. Optimum conditions were determined by investigating the parameters affecting the adsorption capacity for the CAB-ciprofloxacin adsorption system. Adsorption data were fitted to nonlinear isotherm models (Langmuir, Freundlich) and kinetic models (Pseudo-first-order (PFO) and Pseudo-second-order (PSO)) to explain the adsorption mechanism. The adsorption process of ciprofloxacin by CAB occurred in accordance with the PSO kinetic model and Langmuir adsorption isotherm model. The maximum adsorption capacity was calculated as 14.84 mg/g at 25°C for 0.25 g/L adsorbent dose. The results show that CAB has potential for the removal of antibiotics and can be used as a low-cost adsorbent.

Keywords: Adsorption, alginate beads, bentonite, ciprofloxacin, kinetics, equilibriums.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Soğutma sistemlerinin verimini arttırmak üzere farklı kimyasal kompozisyonlara haiz faz değiştiren malzemelerin kullanımı ve enerji verimliliğinine olan etkisinin incelenmesi

Orhan Mert DURANER[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3491-8106), Ali Fatih Yüksel[2*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0469-843X)

[1*] Kaplanlar Soğutma A.Ş, Ar-Ge Merkezi, Bursa, Türkiye
[2*] Kaplanlar Soğutma A.Ş, Ar-Ge Merkezi, Bursa, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: oduraner@kaplanlar.com

Özet

Bu çalışmada, farklı türdeki faz değiştiren materyaller (FDM) kullanılarak perakende sektöründe sıklıkla kullanılan, açık dikey tip soğutuculu teşhir dolabının performansı deneysel olarak araştırılmıştır. Dünyada bulunan sınırlı enerji kaynakları, yaşadığımız küresel iklim ve çevre kirliliği problemleri; mevcut enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasını gerektirmektedir. Sera gazı envanteri sonuçlarına göre, 2020 yılı toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre %3,1 artarak 523,9 milyon ton (Mt) CO_2 eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Kişi başı toplam sera gazı emisyonu ise; 1990 yılında 4 ton CO_2 eşdeğeri iken, 2019 yılında 6,2 ton CO_2 eşdeğeri ve 2020 yılında 6,3 ton CO_2 olarak hesaplanmıştır. Özellikle perakende satış mağazalarında bulunan soğutma sistemleri ve bu sistemlere ait donanımlar, perakende sektöründe gerçekleşen emisyonun %50'sini oluşturmaktadır. Perakende satış mağazalarında, gıda güvenliğini korurken aynı zamanda teşhir etmek amacıyla soğutuculu teşhir dolapları kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmalar ile mevcut enerjiyi en verimli şekilde kullanarak karbon ayak izinin azaltılması amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan faz değiştiren materyaller, ağırlıkça yüksek oranda saf su ve uygulama için uygun erime-donma sıcaklığına (0/+4°C) sahip farklı kimyasal kompozisyondaki bileşimlerin belirli kütle oranlarında karıştırılmasından elde edilmiştir. Belirtilen bu materyaller; açık dikey tip soğutuculu teşhir dolabının arka-sırt bölümündeki buharlaştırıcıdan sonra konumlandırılan radyatöre doldurularak; soğutulmuş hava akışının harici bir şekilde geçmesi sağlanmıştır. Çalışmaya referans olması açısından bire-bir aynı ölçüt ve özelliklerde, FDM içermeyen teşhir dolabı da incelenerek; sistem ve bileşenlerin performansları aynı çalışma koşulunda test edilmiştir. Test sonuçları, faz değiştiren materyallerin teşhir dolaplarına kurulmasıyla birlikte %6,50'a kadar enerji tasarrufu ve daha düşük ürün sıcaklıklarının elde edilebileceğini göstermiştir. Bunlara ek olarak faz değiştiren materyal kullanılan teşhir dolabında; buz çözme periyodu sırasında ürün sıcaklıklarının daha uzun süre boyunca sabit kalması gibi ek faydaların elde edilmesini sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Açık dikey tip soğutucu teşhir dolapları, faz değiştiren materyaller, buharlaştırıcı, yoğuşturucu.

➢ *ORAL PRESENTATION*

The anomalous topography of the Southeast Carpathians

Ebru Şengül Uluocak[1*] (ORCID*:* https://orcid.org/0000-0002-6701-463X)

[*1]Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Department of Geophysical Engineering, Çanakkale, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: ebrusengul@comu.edu.tr

Abstract

Numerical modeling studies have been widely used over last two decades to investigate mantle induced dynamic forces and their possible impact on the surface. In this study, the upper mantle flow induced dynamic topography (anomalous topography) in the Southeast Carpathians region is quantified based on the results of 2 and 3 dimensional thermomechanical models. Numerical models are conducted based on different temperature and density configurations by considering large sets of geophysical observations in the region. In addition to thermomechanical models, non-isostatic components of observed topography are analyzed here based on the principle of crustal isostasy (residual topography) and admittance functions between gravity and topography. Findings are interpreted together with geophysical and geological data linking to the post-collisional deformation (i.e., lithospheric removal process) and upper mantle heterogeneities beneath the Southeast Carpathians. Specifically, modeling experiments show positive amplitudes over the Transylvania Basin (up to 1 km) and the Southeast Carpathians Mountain (~ 1 km) and subsidence of the Focsani Basin (down to 1 km). In general, this work gives direct new insights into how mantle processes dynamically modify the Earth's surface topography.

Keywords: Geodynamics, SE Carpathians, Thermomechanical model.

➢ *ORAL PRESENTATION*

The Effect On Microstructure And Hardness Of Double Quenching Heat Treatment Applied To AISI H13 Hot Work Tool Steel

Çağatay ATAK[1] (0000-0002-3556-5752), Melika ÖZER[2], 0000-0003-1807-3585)

[1]Gazi University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, chagatay06@gmail.com
[2]Gazi University, Faculty of Technology, mcerah@gazi.edu.tr

Abstract

Hot work tool steels are used in hot forming techniques and casting processes. In such applications, the die parts and the material being processed are in direct contact. These working environments cause the surface temperature of the parts forming the die to increase. This heating, which the die parts are exposed to under hot working conditions, causes the die material to not perform the expected performance over time and reduces its working life. The working life of the die is an important factor that determines the die costs. The mechanical properties of the die material such as hardness, toughness and wear resistance determine the working life of the die. The die material and applied heat treatment are two important factors that determine the working life of the die.

AISI H13 steel is an easily available popular hot work tool steel with superior properties such as hardenability, toughness and wear resistance. Moreover, the working performance of AISI H13 tool steels can be increased by appropriate heat treatments. Today, H13 steel is a die material that can be subjected to different heat treatments. The heat treatment conventionally applied to H13 steel is quenching + tempering heat treatment.

In this study; Quenching and double quenching heat treatments were applied to AISI H13 steel. The austenitization process was carried out at 1030 °C for 30 minutes. Quenching processes were carried out in the form of oil cooling at room temperature. After heat treatment, the microstructures and hardness of the samples were investigated. Hardness measurements were carried out with the Rockwell C (HRC) scale according to the ASTM E18 standard.

It has been determined that the microstructure of commercial AISI H13 steel consists of carbide particles of different sizes precipitated in the ferrite matrix. Carbides of different sizes are chromium-rich carbides of the type of $M_{23}C_6$ and M_7C_3, and vanadium- and molybdenum-rich carbides of the type of MC. The microstructures of the quenched samples were composed of lath martensite and fine spherical carbide particles. The hardness of commercial H13 steel, which was 9 HR_C, increased to 45.6 HR_C with quenching and decreased to 38.1 HR_C with double quenching. The changes in hardness were attributed to the change in the morphology of the martensite phase in the microstructure and the changes in the dimensions of the carbides.

Keywords: AISI H13, Quenching Heat Treatment, Hardness

➢ *ORAL PRESENTATION*

Experimental Investigation of Pressure Drop in 3D Printed Architected with Porous Media

Erdem Yıldız[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8293-8067), Mustafa Yasin Gökaslan[2] (https://orcid.org/0000-0003-3859-8485)

[*1] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Mechanical Engineering, 65080, Van, Turkey
[2] Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 65080, Van, Turkey

*Corresponding author e-mail: erdmyldz@outlook.com

Abstract

The design of heat exchangers can change significantly with the use of additive manufacturing. Thanks to additive manufacturing which is known as a three-dimensional (3D) printer, material bodies can be produced with a small volume, light weight and reduced production costs and most importantly the lowest contact resistance. In this study, open cell porous media with dimensions of 50 x 50 x 100 mm in gyroid shape was produced from polylactic acid (PLA) material by 3D printer. The porosity was calculated as 67%. In the experiments with air flow, Reynolds numbers based on hydraulic diameter are between 2882.9 and 28857.3, Reynolds numbers based on permeability are in the range from 9.62 to 96.32. Flow regime is turbulence. The relation between pressure drop and velocity was obtained as a quadratic polynomial as expected. The permeability and form drug coefficient of the gyroid-shaped porous media were calculated as 2.79x10-8 m2 and 0.06, respectively. In addition, friction factor based on permeability is presented for the gyroid-shaped porous media. Thanks to this study, information is given about the pressure drop of gyroid-shaped porous media.

Keywords: Porous Media, Pressure Drop, Turbulence Flow, Friction Factor

➢ *ORAL PRESENTATION*

Microwave-assisted ring-opening polymerization of Ɛ-caprolactone

*Inara Ahmadova[1] (https://orcid.org/0000-0001-8233-3615), Müge Sennaroğlu Bostan[1] (https://orcid.org/0000-0002-2909-689X), Mehmet S. Eroğlu[1,2](https://orcid.org/0000-0003-0742-6162),
Shamo Tapdiqov[3] (https://orcid.org/0000-0003-4235-3333)

[1]Marmara University, Engineering Faculty, Chemical Engineering, Istanbul, Turkey.
[2]TUBITAK-UME, Chemistry Group Laboratories, PO Box 54, 41471 Gebze, Kocaeli, Turkey.
[3]SOCAR Oil and Gas Research and Design Institute, Department of Prevention of sand and water appearance, PO Box AZ 1012, Yasamal, Baku, Azerbaijan.

*Corresponding author e-mail: inara.ahmadova@gmail.com

Abstract

Polycaprolactone (PCL) is one of the most important polyester-based polymers, widely used in biomedical applications due to its superior properties such as biocompatibility and permeability. Ring-opening polymerization (ROP) of Ɛ-caprolactone (Ɛ-CL) in bulk or organic solvents is a typical route. Prior to their usage in biomedical applications, obtained polymers must undergo an effective purification procedure to eliminate heavy metal residue in polymers that is toxic to the human body. Since the most critical applications of PCL are body implants and drug release systems, developing a polymerization procedure that relies on natural organic initiators for safety concerns is essential. Therefore, to create a safe preparation method of PCL efficiently, with low molecular weight and without any toxic catalyst, we investigated the microwave-assisted ROP reaction of Ɛ- CL, carried out with a microwave power of 600 W. The safe carboxylic acids (acetic acid, benzoic and trifluoroacetic acid) were used as initiators. The thermal properties of the obtained PCLs were determined by differential scanning calorimetry (DSC). The structure was enlightened utilizing Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) and Nuclear magnetic resonance spectroscopy (^{1}H NMR). The Number-average molecular weights (Mn) and polydispersity indexes (Mw/Mn) of products were analyzed by Gel Permeation Chromatography (GPC). As a result, this study obtained low molecular weight biodegradable and safe PCL polymers synthesized by microwave ring-opening method with organic acids in a short time without toxic residues. These polymers are expected to have a very high potential for use in drug delivery systems where low molecular weight and non-toxicity are vital. In addition, this simple and risk-free approach is expected to contribute to creating many novel carrier systems by illuminating studies that are analogous to the one being investigated.

Keywords: polycaprolactone, microwave, ring-opening, polymerization, carboxylic acids.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Process simulation and economic analysis for separation of ABE mixture

Fatih AKMAN[1]* (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9192-1555), İnci SALT[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2702-5991)

[*1]Yildiz Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Chemical Engineering Department, Istanbul, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: fatih.akman@std.yildiz.edu.tr

Abstract

Biobutanol is a renewable biofuel that does not compete with food because it can be obtained from different waste biomass feedstocks. In addition to its high compatibility with gasoline, biobutanol also has advantages such as lower miscibility with water, higher energy content and lower vapour pressure than bioethanol, which is more widely used. Biobutanol production can be carried out by ABE (acetone-butanol-ethanol) fermentation using Clostridia bacteria. The ABE mixture produced in the fermentation process can be separated by different methods such as adsorption, gas stripping, liquid-liquid extraction, pervaporation and reverse osmosis. However, due to the low concentration of solvents in the ABE fermentation product, there is a need to develop an efficient separation process to separate the ABE mixture and recover butanol. In this study, the effects of acetone, butanol and ethanol concentrations of the feed stream to the separation and purification unit on the design of the equipments used in the process were investigated by using the CHEMCAD simulation program. In addition, the effects of feed concentration changes on the energy requirement and the process economics were evaluated.

Keywords: Biobutanol, acetone-butanol-ethanol, process simulation, separation, purification, distillation

➢ *ORAL PRESENTATION*

Enerji Dağıtım Sistemlerinde Esnek İletken ile Solid İletkeni Birleştirme

Vedat Voşki[1] (ORCID: 0000-0002-1747-0274), Hıdır Gögülter[2*] (ORCID: 0000-0001-9905-2748), Ahmet Feyzioğlu[3] (ORCID: 0000-0003-0296-106X)

[1]Eae Elektrik Asansör Endüstrisi İnşaat San. ve Tic. A.Ş., İstanbul, Türkiye
[2*]Eae Elektrik Asansör Endüstrisi İnşaat San. ve Tic. A.Ş., İstanbul, Türkiye
[3]Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: hgogulter@eaegroup.com

Özet

Busbar sistemleri, akım taşıyıcı bara iletkenlerinin izole edilerek kapalı bir kanal gövdesi içerisine yerleştirilmesi ile oluşturulan modüler bir enerji iletim ve dağıtım sistemidir. Bu sistemler genel olarak, trafo ya da alçak gerilim panosu gibi bir noktadan başlayarak bir tesis içerisindeki güzergâh boyunca enerjinin taşınması ve akım alma noktalarından çıkış kutuları ile enerji alınarak tesis içerisindeki yüklerin beslenmesi için kullanılmaktadır. Busbar sistemi farklı modüllerden oluşan prefabrik bir sistemdir. Tesislerin özelliğine göre seçilen parametreler doğrultusunda gerekli modüller kullanılarak binaya uyumlu bir busbar tesisatı yapılması sağlanmaktadır.
Busbar sistemlerinin özellikle büyük ve karmaşık yapılarda kullanımı, enerji dağıtım sistemi kurulumunu ve kullanımını oldukça kolaylaştırmış durumdadır. Malzeme içeriği sebebiyle doğadaki her metal gibi bu yapılar da termal genleşmeye uğramaktadır. Sistemin genleşmesi karşısında sistemi korumak ve oluşan gerilmeleri kompanse etmek için genleşme modülleri kullanılmaktadır. Oluşan mekanik gerilmelerin sönümlenmesinde kullanılan modüllerin bir bölümünün esnek (flexible) bir eleman olması sebebiyle bu esnek malzemenin iletim hattının bütünüyle olan uyumu çok önemlidir. Mevcut sistemlerde cıvatalı birleştirmeler ya da birbiri arasında üçüncü bir malzeme ile geçişler yapılmaktadır. Yani her iki durumda da yapılan işlem yüzeysel geçişlere bağlı olmaktadır.
Yapılan çalışmada, esnek eleman kullanımı ile malzemelerin birbiri içerisine karıştırılarak moleküler düzeyde yapışmalar sağlanmıştır. Bu sayede gerek elektriksel geçiş dirençlerini minimum seviyelere indirmekle kalınmayıp aynı zamanda diğer sistemin getirmiş olduğu fazlar arası mesafeleri açma gerekliliği ortadan kaldırıldığı için gerilim düşümünde istenmeyen kayıplardan kaçınılması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: BusBar, Direnç ve kayıplar, Elektrik iletimi ve dağıtımı, Termal Genleşme

➢ *ORAL PRESENTATION*

Döküm simülasyonuna alternatif kalıp kesit kontrolü yazılımının oluşturulması

Meriç Işık[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6612-5717), Ömer Burak Çe[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4250-9986)

[*1]CMS Jant ve Makina Sanayi A. Ş, Ar-Ge Merkezi, İzmir, Türkiye
[2]CMS Jant ve Makina Sanayi A. Ş, Ar-Ge Merkezi, İzmir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: misik@cms.com.tr

Özet

Alçak basınçlı döküm, ergimiş metalin dökme demir, sıcak iş çeliği gibi malzemelerden yapılmış kalıplara dökülmesi ile gerçekleşir. Metal, kontrollü şekilde katılaştırılarak döküm prosesi tamamlanır. Alçak basınçlı döküm yöntemi ile jant üretimi prosesinde alt kalıp parçası, üst kalıp parçası ve yan blok geometrileri kullanılmakta, tüm döküm ve soğutma prosesi kalıp geometrisine uygun şekilde kurgulanmaktadır. Kalıp geometrileri, üretilen parçanın mukavemetini etkileyen soğuma hızı üzerinde doğrudan etkilidir. Kalıp geometrilerinin standartlaştırılması ve tasarımcıdan bağımsız hale getirilmesi optimum tasarımın gerçekleştirilebilmesi adına oldukça önemlidir. Proje kapsamında hazırlanan kalıp geometrileri kontrol programı ile tüm kalıp parçaları istatistik programlarında kullanılabilir sayısal veriler haline dönüştürülmüştür. Döküm simülasyonu programlarına alternatif olması amacıyla hazırlanan kapsamlı programın kalıp geometrileri kontrolü bölümü CATIA V5 programı üzerinde çalışmakta, tüm geometriyi belirli kriterler çerçevesine sayısal hale getirerek Excel programına aktarmaktadır. Kontrol, Excel programı üzerinde elde edilen grafikler ile gerçekleştirilmektedir. Kesit alanları, ısı transferinin gerçekleştiği kalıp/parça temas yüzeyleri, boyutsuzlaştırılmış spesifik katsayılar grafiklerin içeriğini oluşturmaktadır. Tasarımların standartlaştırılabilmesi ve yeni hazırlanacak kalıp geometrileri için referans girdiler oluşturulabilmesi adına veri bankası oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Döküm simülasyonu, soğuma hızı, optimizasyon, ısı transferi

➢ *ORAL PRESENTATION*

Simetrik olmayan trimerik fosfazenler: Sentez, spektroskopi, kristallografi ve biyoaktivite çalışmaları

Reşit Cemaloğlu[1*] (0000-0002-2802-0754), Nuran Asmafiliz[1] (0000-0002-9335-4101), Mehtap Yakut[1](0000-0002-6237-8522), Zeynel Kılıç[1] (0000-0003-1061-8122), Büşra Nur Sabah[2](0000-0003-1678-843X), Leyla Açık[2] (0000-0002-3672-8429), Tuncer Hökelek[3] (0000-0002-8602-4382)

[1]Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, 06560, Ankara, Türkiye
[2]Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 06560, Ankara, Türkiye
[3]Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Fizik Mühendisliği Bölümü, 06800, Ankara, Türkiye

* Sorumlu yazar e-mail: rcemaloglu@ankara.edu.tr

Özet

Azot ve fosfor atomlarının ardışık bağlanmasından oluşan **fosfazen** bileşikleri düz zincirli, halkalı, dendrimerik veya polimerik yapıda olabilen inorganik sistemlerdir. Halkalı yapıdaki fosfazenlerin çıkış bileşikleri olarak en fazla kullanılan üyeleri trimer ($N_3P_3Cl_6$) ve tetramerdir ($N_4P_4Cl_8$). Bu bileşiklerin farklı gruplarla kolay fonksiyonlandırılabilme özellikleri sayesinde birçok halkalı fosfazen türevleri elde edilebilmektedir [1-4]. Fosfazenler, özellikle potansiyel yeni ilaç araştırmalarının ilk basamağı olan biyolojik aktivite çalışmalarında önemli bir yer edinmiştir [5]. Ayrıca, bağlanan gruplara göre farklı özellikler sergileyebilmelerinin yanında optikçe aktif (kiral) türevlerinin elde edilebilmesi nedeniyle bu inorganik halkalı sistemler; teknoloji, biyokimya, farmakoloji, toksikoloji, kiral ilaç tasarımı ve tıp gibi çeşitli bilim dallarında kullanım alanlarına sahiptir. Bu çalışma kapsamında çıkış bileşiği olarak trimer kullanılmıştır.
Çalışmada ilk olarak iki farklı benzildiamin ile trimerin regioselektif nükleofilik sübstitüsyon reaksiyonu sonucunda monospirosiklotrifosfazenler sentezlenmiştir. Bunun için öncelikle benzaldehitin ve 4-klorbenzaldehitin N-metil-1,3-diaminopropan ile etkileştirilmesinden mono(benzil/klorobenzil)diaminler (**1** ve **2**) elde edilmiştir. Daha sonra **1** ve **2** bileşiklerinin trimer ile reaksiyonundan tetrakloromonospirofosfazenler (**3** ve **4**) sentezlenmiştir. Sonraki aşamada N-etil-3-karbazolkarboksialdehitin N-metil-1,2-diaminoetan ile etkileşmesi sonucunda karbazoldiamin (**5**) elde edilmiştir. Son aşamada, monospirofosfazenlerin (**3** ve **4**) karbazoldiamin (**5**) ile 1:1 stokiyometrik orandaki tepkimelerinden simetrik olmayan dispirofosfazenler (**6-9**) hazırlanmıştır. Dispirofosfazenlerin, spiro halkalarındaki N-**CH_3** gruplarına bağlı olarak cis/trans geometrik izomerleri halinde oluştuğu tespit edilmiştir. Sentezlenen yeni bileşiklerin yapıları, MS ve tek boyutlu NMR spektroskopi teknikleri kullanılarak bulunmuştur. Uygun tek kristali elde edilen iki adet dispirofosfazen türevinin kristal yapısı, X-ışını kırınımmetre yöntemi ile aydınlatılmıştır. Ayrıca, bileşiklerin antimikrobiyal aktiviteleri agar kuyucuk yöntemi ile ve plasmid-DNA ile etkileşimleri ise agaroz jel elektroforez metodu ile incelenmiştir. Antimikrobiyal aktivite sonuçlarından (MİK değerleri) yola çıkılarak **6** numaralı bileşiğin, E. coli 35218 bakterisine karşı referans ilaç ampicillinden daha etkin olduğu ve chloroamphenicol ile aynı etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tüm bileşiklerin *P. Aeruginosa* bakterisine karşı referans ilaçlardan ve **7-9** numaralı bileşiklerin ise *C. Albicans* mantarına karşı referans ilaç ketokonazolden daha etkin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Dispirofosfazenler, trimer, spektroskopi, kristallografi, biyolojik aktivite.

Referanslar

1. İşcan Ö, Cemaloğlu R., Asmafiliz N., Zeyrek C. T., Kılıç Z., Açık L, Aydın B., Türk M., Hökelek T., *Molecular Diversity*, **26,** 1077–1100, 2021.
2. Berberoğlu İ., Cemaloğlu R., Asmafiliz N., Kılıç Z., Zeyrek C. T., Açık L., Koyunoğlu D., Türk M., Hökelek T., *Research on Chemical Intermediates*, **48**, 3189–3219, 2022.
3. Cemaloğlu R., Berberoğlu İ., Asmafiliz N., Kılıç Z., Hökelek T., *Journal of. Molecular Structure*, **1269**, 133866, 2022.
4. Uzunalioğlu N., Asmafiliz N., Kılıç Z., Hökelek T., *Inorganica Chimica Acta*, **539**, 121035, 2022.
5. Casella G., Carlotto S., Lanero F., Mozzon M., Sgarbossa P., Bertani R., Molecules, **27**, 8117, 2022.

Bu çalışma "122Z180 numaralı Tubitak Projesi" ile desteklenmektedir.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Seasonal variations in the activities of antioxidant enzymes in *Garra rufa* caught from Göynük Stream (Bingöl, Türkiye)

Muammer KIRICI[1,*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1888-4388), Nurgül ŞEN ÖZDEMİR[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6070-9765), Fatma CAF[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0363-4848), Mustafa KOYUN[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9047-0430)

[*1]Bingöl University, Food Agriculture and Livestock Vocational School, Department of Veterinary Health, Bingöl, Türkiye
[2]Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Bilecik, Türkiye

*Corresponding author e-mail: muammerkirici@hotmail.com

Abstract

In this study, seasonal changes in antioxidant enzyme activities (superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GPx), glutathione reductase (GR) and glucose 6-phosphate dehydrogenase (G6PD)) and malondialdehyde (MDA) levels in gill, kidney, muscle and liver tissues of *Garra rufa* fish caught from Göynük Stream, one of the most important tributaries of Murat River, were investigated. Fish were caught from two stations (Garip and Ilıcalar) determined regularly every month and brought to the laboratory. Enzyme activities and MDA levels in tissues were determined by spectrophotometric methods. As a result of the study, it was determined that the difference between the parameters in all tissues between the two stations was statistically significant ($p < 0.05$). However, it was determined that the difference between stations in GR enzyme in liver tissue in all seasons was not statistically significant. In addition, it was observed that the differences between the seasons were significant in both stations. In the study, GR and G6PD enzyme activities were low compared to other enzyme activities, while CAT and SOD activities were higher than the others. Among tissues, enzyme activities in muscle tissue are lower than activities in other tissues.

Keywords: Doctor fish, *Garra rufa*, Murat River, antioxidant enzyme, seasonal changes

➢ *ORAL PRESENTATION*

Production and characterization of porous heterogeneous catalysts with cordiorite monolith compounds supported by Zr layered cerium compound

Ugur Caglayan[1,2*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4021-1713)*,
Gokturk Avsar[2] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9423-3208)*

[1]Cukurova University Central Research Laboratory, Adana, Turkey.
[2]Mersin University, Faculty of Science and Letters, Chemistry, Mersin, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ugurcalyan@hotmail.com

Abstract

In chemical reactions, catalysts are utilized to increase reaction speed and efficiency while requiring less energy. Increasing ecologic, economic and social awareness brought along sustainable and "green" approaches. Green chemistry is defined as the application of strategies and procedures that reduce or completely do away with the use and manufacturing of substances that are hazardous to the environment and human health. Using catalysts is one of the most important points among them. By carefully regulating the oxygen partial pressure, ceria (CeO_2) is typically utilized as an oxygen storage material in automotive exhaust catalysis to maintain the high purification efficiency. In this study, surface of monolith cordierite with high pore size, high thermal resistance and low thermal expansion. The washcoats (Ce:Zr, 1:1) were prepared by dip coating and slurry coating method, respectively. Catalysts were prepared by impregnation various PGMs group (Pt, Pd, Rh and Ru) metals. The synthesized mesoporous compounds characterized by FTIR, XRD, SEM, BET and AFM. ICPOES was used for the analysis of precious metal concentration. The results showed that catalysts as supported metals (Pt, Pd, Ru and Rh) can be used in catalytic converters.

Keywords: catalysts, mesoporous, air pollution, oxidation, monolith cordiorite, catalytic convertor

Acknowledgement: We are grateful that this work is supported by the Mersin University Scientific Research Projects (BAP) under grant contract no. 2021-2-TP3-4495.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Çevrimiçi Pazar Yerleri İçin Makine Öğrenmesi Yöntemleri ile Desteklenen "İnsan Kaynağı" Arz-Talep Tahmininin Yapılması

Kadir Ahmet AKSU[1*] (https://orcid.org/0000-0001-8758-6216), Umut KOCASARI[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6492-3790), Ali ALICI[3] (https://orcid.org/0000-0002-1282-7545)

[*1] Armut Teknoloji AŞ, İstanbul, Türkiye
[2] Armut Teknoloji AŞ, İstanbul, Türkiye
[3] Armut Teknoloji AŞ, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: kadira@armut.com

Özet

Armut Teknoloji; hizmet alan müşterilerle hizmet verenleri buluşturan, hizmet verenleri "Kitle Kaynak Kullanımı" prensibiyle iş ortağı olarak konumlandıran bir çevrimiçi platformdur. Ev Temizliği kategorisinde; müşteriler iş taleplerinin ödemesini Armut'a gerçekleştirdikten sonra, uygun hizmet verenler bulunur ve ödeme üzerinden komisyon kesilerek kalan kısım hizmet verene ödenir. Ev Temizlik kategorisinde, bayram ve toplu tatil zamanlarında yoğun talebi karşılayacak hizmet veren arzı bulunabilmesi bir hayli zor olmaktadır. Bu yoğun dönemlerde hizmet veren bulunamaması problemi; müşterilerin ödemeyi gerçekleştirmiş olması ve talep ettikleri hizmeti haklı olarak zamanında beklemelerinden ötürü güven zedelenmesine, müşteri memnuniyetsizliğine ve ciro kaybına sebep olabilmektedir. Bu araştırmayla İstanbul'un ilçelerinde hizmet almak isteyen müşteriler için hizmet veren kapasitesinin üzerine çıkıldığı zamanlar seçenek olmaktan çıkarılmaktadır. Müşteriler sadece kapasitenin aşılmadığı zamanları seçenek olarak görmekte ve dolayısıyla taleplerin gerçekleşme ihtimali artmaktadır. Aşırı talebi engellemek için İstanbul'un ilçelerinde her gün için bir kapasite tahminleyip bu kapasitenin aşıldığı zamanlarda daha fazla iş açılmasının önüne geçilmiştir. Kapasiteyi tahminlerken, her bir ilçedeki son 6 ayki kapasite verileri ve yoğun tatil günleri öznitelik kümesi olarak kullanılmış; gelecek 30 gün için ne kadar işin gerçekleşeceği tahmini yapılmıştır. Bu işlem İstanbul'un bütün ilçeleri için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Kapasite tahminleme işlemi Makine Öğrenmesi disiplini altında Zaman Serisi Tahminleme problemi olduğu için; bu alanda ARIMA, XGBoost vb. metotlar kullanılmış, en sonunda "ML Prophet" paketinin kullanılması kararlaştırılmıştır. Özel günlerdeki farklı örüntüleri yakalayabilmesi, daha küçük bir eğitim verisiyle çalışabilmesi, tahmin güven aralığı özelliğini sunması ve diğer modellerden üstün yüksek tahmin doğruluğu bu modelin seçilmesinde etkili olmuştur. Model canlıya alındıktan sonra ilk sonuçlar aşırı talebin olduğu 2022 Temmuz ayında (Kurban Bayramı sebebiyle) gözlemlenmiştir. Aynı yılın ilk yarısındaki özellikle Ramazan Bayramı olmak üzere diğer tüm yoğun zamanlarda talep gerçekleştirme oranında (normal dönemlere göre) yaklaşık yüzde 15'lik bir düşüş gözlemlenirken, bu oran Temmuz ayında %4'le sınırlı kalmıştır. Bu da araştırmanın hissedilir seviyede etkisini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Makine Öğrenmesi, Zaman Serileri Tahminlemesi, Arz Talep Tahmini, Derin Öğrenme

➢ *ORAL PRESENTATION*

An efficient algorithm for converting huge numbers from base 10 to N-base

Seyyed Ali Mohammadiyeh[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3740-8627*), Hamid Purhasani[2]

[*1] Department of Pure Mathematics, Faculty of Mathematical Sciences, University of Kashan, Kashan, I. R. Iran.
[2] Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, University of Yazd, Yazd, I. R. Iran

*Corresponding author e-mail: alim@kashanu.ac.ir

Abstract

Numbers are usually in base 10 in the world, sometimes we need to convert numbers from base 10 to another base. Here, we are reporting our results about a computer program that provides an easy-to-use solution for converting huge numbers. We designed this software and is available publicly as open-source software. To prove and test this, we are converting Pi digits from base 10 to other bases. We published Pi digits after decimal in base 2 online.

Software repository: https://github.com/BaseMax/ConvertIntegerBase

Keywords: Numbers, Base Conversion, Algorithm, Software

➢ *ORAL PRESENTATION*

Modelling the Lanthanum Strontium Manganite Production by Flame Spray Pyrolysis

Mücahit Cihan Terzi[1] (https://orcid.org/0000-0002-7850-823X), Nesrin E. Machin*1 (https://orcid.org/0000-0002-2591-332X)

[1]Atilim University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: nesrin.machin@atilim.edu.tr

Abstract

Flame Spray Pyrolysis is a simple method to produce nanoparticles. A mixture of organic solvents and metal salts are sprayed into a pre-existing flame with a two-phase nozzle, burned, and the energy generated by the combustion process decompose and oxidize metal salts. In a supersaturated metal oxide atmosphere, nucleation is followed by agglomeration and sintering to form the solid phase [1]. In order to understand the effects of operational parameters such as metal salt concentration in the organic solvent, metal salt-solvent combinations, nozzle and flame reactor configurations used in spraying the liquid phase, nozzle dispersion gas flow rate to create a fine spray, atomization quality, on nanoparticle production, numerous experimental and numerical studies have been done. In this study, $La_{0.8}Sr_{0.2}MnO_3$ (LSM20) nanoparticles production for solid oxide fuel cell applications was studied experimentally and computationally. Acetate salts of La, Sr and Mn were dissolved in an organic solvent mixture (5:6 v/v ratio of propionic acid and 1-butanol). In order to create the main flame where the production took place, a premixed CH_4/O_2 support flame was used around the reactor's two-fluid nozzle, which was equipped with a capillary tube in the center. Vacuum was applied to combustion chamber of the reactor, and produced nanoparticles were collected on glass fiber filter paper. Crystal structure, thermal behavior and morphology of the synthesized nanomaterials were investigated by characterization methods such as XRD, TGA, SEM. Simulation study of the flame spray pyrolysis process was carried out with the commercial ANSYS FLUENT (v.19) software, and the temperature, concentration and velocity profiles in the flame obtained by simulation were used as initial values in the equation sets solved using the MATLAB code to predict the LSM20 nanoparticle size. In order to validate the model applied in the simulation, the model results and the experimental results were compared, and found a good agreement between experimental and simulation data.

[1] Buss, L., Meierhofer, F., Noriler, D., Meier, H.F., Fritsching, U. (2016). Influence of air entrainment on the flame spray process.

Keywords: flame spray pyrolysis, nanoparticles, computational fluid dynamics

➢ *ORAL PRESENTATION*

Structural, Magnetic and Magnetocaloric Features of $PrBa_{1-x}Ca_xMn_2O_6$ ($0.0 \leq x \leq 0.3$) Double Perovskite Manganite System

Arda Kandemir[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9439-0366), G. Akça[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7187-9516), S. K. Çetin[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4112-4475), A. O. Ayaş[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6186-8191), M. Akyol[3] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8584-0620), A. Ekicibil[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3071-0444)

[1]Çukurova University, Faculty of Science and Letters, Department of Physics, Adana, Turkey
[2]Adıyaman University, Faculty of Science and Letters, Department of Physics, Adıyaman, Turkey
[3]Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Faculty of Engineering, Department of Materials Science, Adana, Turkey

*Corresponding author e-mail: ardakandemir88@gmail.com

Abstract

The European Green Deal is an agreement that was approved in 2020 to make the European Union climate-neutral [1] by 2050. For environmental concerns, most of the researchers are motivated to replace conventional cooling systems with magnetic refrigeration (MR) systems as an alternative. This new technology is based on the magnetocaloric effect and it aims to give higher energy efficiency and be an environmentally friendly system. Studies on MR focus on materials that have high magnetic entropy change with an adiabatic temperature change by using a low external magnetic field. According to results from the literature, research groups are looking for the appropriate magnetic coolant material(s). $PrBa_{1-x}Ca_xMn_2O_6$ ($0.0 \leq x \leq 0.3$) compounds were investigated in this study, and the solid-state reaction method was selected to produce the compounds. The XRD analysis was held at room temperature and collected XRD data has been used to analyze the crystal structure of the samples. For this type of analysis, Rietveld's refinement method with Fullprof software was used [2]. The XRD results show that each sample was crystalized in the orthorhombic phase with the P b n m space group. The SEM-EDS analysis was used to get knowledge about the samples' morphological features. According to SEM analysis, it shows that each sample has a cubic-like polygonal-shaped grain. From the EDS analysis, the studied samples include all expected starting elements with no loss. For understanding the magnetic behavior of the samples, temperature-dependent M(T), and external magnetic field-dependent magnetization measurements M(H) were performed. The Curie temperatures vary between 105 to 190 K. Another important parameter is magnetic entropy change, ΔS_M, which is calculated for each sample as 4.07, 2.03, 4.12, and 5.04 $Jkg^{-1}K^{-1}$ under 5T magnetic field change. As a result of these results $PrBa_{1-x}Ca_xMn_2O_6$ ($0.0 \leq x \leq 0.3$) compounds can be a candidate for magnetic coolant material around the under room temperature range.

Keywords: Magnetocaloric effect, magnetic cooling, magnetic entropy change, Curie temperature.

Acknowledgements: This work is supported by the TUBITAK (The Scientific and Technological Research Council of Turkey) under Grant Contract No. 120M409.

References

[1] European Union, European Commission, The European Green Deal 2019, Brussels, 11.12.2019 COM(2019) 640 final, Document 52019DC0640.
[2] J. Rodríguez-Carvajal, Recent advances in magnetic structure determination by neutron powder diffraction, Phys. B Condens. Matter. 192 (1993) 55–69. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0921-4526(93)90108-I.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Elektrik şebekesi ölçeğine uygun enerji depolama sistemleri için taşıyıcı yapı geliştirilmesi

Barış Arıcı[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0717-1924), Çağlar Gediksiz[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5391-164X), Ahmet Feyzioğlu[3] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0296-106X)

[*1]YEO Teknoloji Enerji ve Endüstri Anonim Şirketi, İstanbul, Türkiye
[2]YEO Teknoloji Enerji ve Endüstri Anonim Şirketi, İstanbul, Türkiye
[3]Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: baris.arici@yeo.com.tr

Özet

Güç sistemi faaliyetlerinde yenilenebilir kaynaklar, depolama ihtiyacının artmasına neden olmuştur. Elektrik enerjisinin depolanması ve gerektiğinde depolanan bu enerjinin kullanılması enerji depolama sistemleri tarafından sağlanmaktadır. Rüzgar ve güneş enerjisi gibi kesikli enerji sistemleri ile enerji depolama sistemlerini bütünleştirmek, bu sistemlerin değişkenliğini azaltıp devamlılığını sağlamaktadır.
Yüksek enerji yoğunluğuna günümüzde lityum iyon batarya hücreleriyle ulaşılmaktadır. Fakat bu batarya hücrelerinin sağlığı, bağlantı tipine, temas alanına ve temas dirençlerine göre değişir. Bu nedenle, düzensiz akım ve ısı üretimi, sıcaklıkta bir artışı ve ardından termal kaçakları tetikler. Bahsedilen kaçakları önlemek için taşıcı sistemlerde elektriksel, termal, mekanik ve Batarya Yönetim Sistemi (BYS) tasarımı çok önemlidir.
Taşıyıcı sistemlerde elektriksel tasarım, yüksek voltaj izolasyonu, kısa devre senaryoları, kapasite-voltaj-akım, verimli güç dağıtımı; Termal tasarımda depolama sisteminin veriminin geliştirilmesi, termal kazaların azaltılması ve depolama sistemindeki hücre ve paket ömrünün arttırılması; Mekanik tasarımda zorlu koşullar için güvenli bir yapı, üretilebilirlik-maliyet-güvenilirlik, kolay montaj ve bakım alanı, modüler ve kompakt bir yapı; BYS tasarımında operasyonel limitler, güvenlik, termal sistem kontrolü ve haberleşme parametreleri çok önemlidir.
Enerji Depolama Sistemleri (ESS) için şok tehlikesi hayati bir önem taşımaktadır. ESS'de yangın meydana geldiğinde ve söndürüldüğünde terminaller genellikle hasar görür ve yangından sonra teknisyenler için tehlike oluşturur. Mahsur kalan enerji, yangının saatler hatta günler sonra yeniden alevlenmesine de neden olabilir. Diğer bir yandan çoğu pil, termal kaçaklara maruz kaldıklarında zehirli ve yanıcı gazlar oluşturur. Gazlar, patlama sınırına ulaşmadan önce tutuşmazsa, ESS konteyner içinde patlayıcı bir atmosferin oluşmasına neden olabilir. ESS rafların içerisine dizilmiş batarya modüllerinin birleşimiyle oluşur. Bu koruma katmanları, sistemin hasar görmesini önlemeye yardımcı olur, ancak aynı zamanda suyun, yangın merkezine erişmesini de engelleyebilir. Bu, yangının en sıcak kısmını soğutmak genellikle zor olduğundan, ESS yangınlarından üretilen ısıyı etkili bir şekilde dağıtmak için büyük miktarlarda su gerektiği anlamına gelir.
Bu çalışmada tüm bu sistem gereklilikleri dikkate alınarak yenilebilir enerji kaynaklarında kullanılmak üzere elektrik şebekesi ölçeğine uygun enerji depolama sistemleri için taşıyıcı yapı geliştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen taşıyıcı yapının enerji depolama projelerinin farklı uygulamalarının fonksiyonel gereksinimlerini karşılaması ön görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji depolama, batarya yönetim sistemi, yenilenebilir enerji, elektrik şebekesi

➢ *ORAL PRESENTATION*

Determination of wood shavings performance for methylene blue removal from aqueous solutions using isotherm, kinetic and thermodynamic studies

Ali Rıza Kul[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9331-775X) , Adnan Aldemir[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9884-0961), Hülya Koyuncu[3] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6756-4973)

[1]Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Chemistry Department, Van, 65080, Turkey.
[2]Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering Department, Van, 65080, Turkey.
[3]Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Chemical Engineering Department, 16310, Bursa, Turkey.

*Corresponding author e-mail: adnanaldemir@yyu.edu.tr

Abstract

In this study, adsorbent prepared from fig wood shavings was used for removal of methylene blue (MB) from aqueous solutions by batch adsorption processes. Effects of initial dye concentration, solution temperature and contact time on adsorption were studied. It was seen that the removal of methylene blue increased with increasing initial dye concentrations (15, 30, 45, 60, 75 and 90 mg/L), three solution temperatures (298 K, 308 K, 318 K) and contact time (from 5 to 240 min). Removal percentage of 15 mg/L initial methylene blue dye adsorption on wood shavings adsorbent increases from 57.20 (%), 68.47 (%) and 80.27 (%) for 298 K, 308 K and 318 K, respectively. Removal percentage of 90 mg/L initial methylene blue dye adsorption on this adsorbent increases from 69.73 (%), 73.28 (%) and 77.69 (%) for 298 K, 308 K and 318 K, respectively. Adsorption isotherms were analyzed by Langmuir, Freundlich and Temkin models at different temperatures, and Freundlich model shows more suitable results for removal of methylene blue. Adsorption kinetics were analyzed by pseudo first order (PFO), pseudo second order (PSO) and intraparticle diffusion (IPD) models for different temperatures and initial dye concentrations. Kinetic studies was best fit the PSO model which kinetic constants were higher than PFO and IPD models. Moreover, the thermodynamics parameters of adsorption were determined. It was found that the values of Gibbs free energy (ΔG) were negative and enthalpy (ΔH) and entropy (ΔS) values were found to be positive for this removal process. Thermodynamic results were shown that separation process have spontaneous nature and these values suggest feasibility of adsorption. The results of this study showed that prepared wood shavings adsorbent could be employed as an effective and low-cost materials for the removal of dyes from aqueous solutions.

Keywords: Adsorption, methylene blue, wood shavings, isotherm, kinetic, thermodynamic

➢ *ORAL PRESENTATION*

Opal Tabak Ürünün Savurma Yöntemi İle Üretimine Yönelik Özgün Kalıp Tasarımı ve Geliştirilmesi

Ozan Değer Şener[*1] (ORCID: 0000-0002-0392-0211), Eren Yıldız[1] (ORCID: 0000-0002-3831-6719), Bayram Kuru (ORCID: 0000-0001-7876-2409)

[*1]Merkad Makine Kalıp San.ve Tic. Ltd. Şti., Tasarım Merkezi, İstanbul, Türkiye.

*Sorumlu yazar e-mail: osener@merkad.com

Özet

Opal tabaklar genel olarak ince kalınlığa sahip olması yanısıra farklı koşullarda sıcaklık değişimlerinde yüksek dayanım özellikleri göstermeleri ile mutfaklardaki cam ürünleri arasında önemi artmaktadır. Sıcak cam şekillendirme yöntemleri arasında bulunan savurma yöntemi, çeşitli tabak ürünlerinin üretim sürecinde kullanılmaktadır. Opal tabak ürünün elde edilmesi sürecinde tasarıma özgü geliştirilecek kalıbın kullanılacağı savurma makinası sisteminin teknik özelliklerine uyumu, üretilecek opal tabak ürünlerinin çapı, kalınlığı, cam bileşimi ve sıcaklığı, uygulama hızı ve süresi vb. özelliklerine uygunluğu kritik olarak üretim sürecine etki eden faktörler olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında özgün tasarım ile opal tabak ürününün savurma yöntemi ile üretimine yönelik kalıp ve donanımlarının elde edilmesinde kazanımlar sağlanmıştır. Tasarıma özgü elde edilen kalıp ile opal tabak ürünlerinin üretim sürecinde karşılaşılan yüksek ıskarta oranlarının azaltılması yönünde müşteri beklentilerinin karşılanmasına da katkılar sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Opal tabak, cam kalıp tasarımı, savurma yöntemi

➢ *ORAL PRESENTATION*

Ranunculus aydogdui (Acıdüğünçiçeği, Ranunculaceae) üzerinde anatomik araştırmalar

Zuhal TÜKENMEZ[1]* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2423-6144*),
Mehtap TEKŞEN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0191-4229*)

[1]Aksaray Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Aksaray, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: zuhal_tukenmez@hotmail.com

Özet

Ranunculus aydogdui Karaman, Tekşen & H.Duman 2021 yılında tanımlanmış bir türdür. *Ranunculus* cinsinin tuzcul ve geçici bataklık, sucul ve step habitatları tercih eden endemik bir türü olup Aksaray ilinin Tuz gölü çevresinde yayılış gösterir. Çok yıllık, otsu, dimorfik köke sahiptir. Deniz seviyesinden 950-1000 m yükseklikte yetişir. Haziran ve temmuz aylarında çiçeklenir. Yeni keşfedilmiş bir tür olan *R. aydogdui* üzerinde bir anatomik çalışma yapılmamıştır. *R. aydogdui*'nin kök, gövde, yaprak sapı, çiçek sapı ve yapraklarında anatomik özelliklerinin araştırılması ile türün anatomik olarak ayırtedici karakterlerinin tespiti amaçlanmıştır. Bitki örnekleri Aksaray ilinde bulunan tip lokalitesinden toplanmıştır. Bitkinin kök, gövde ve yaprağına ait çeşitli kısımları %70'lik etanol kullanılarak anatomik çalışmalar için hazırlanmıştır. Alkol içinde bulunan kök, gövde, yaprak, yaprak sapı ve çiçek sapı örneklerinden kesitler alınmış, sartur reaktifi ile boyanmıştır. *R. aydogdui*'nin kök enine kesitinde korteks parankima hücrelerinde yoğun bir şekilde nişasta tanecikleri gözlenmiştir. Türde kökün yumruları dışında da depo görevi gördüğü gözlenmiştir. Kök epidermis hücreleri çift sıra halinde dizilmiştir. Kök epidermis hücreleri arasında kök emici tüyleri bulunmaktadır. Gövde enine kesitinde epidermis hücrelerinin tek sıra halinde dizildiği, epidermis hücrelerinin üzerinde özellikle geçici sucul alanlarda yetiştiği için kalın olmayan bir kutikula tabakası bulunmaktadır. Gövdede tüy bulunmaz. Yaprak sapı ve çiçek sapı enine kesit incelendiğinde gövde ile benzerlik gösterdiği ancak daha az sayıda iletim demetleri bulundurduğu gözlenmiştir. Yaprak enine kesitinde alt ve üst epidermis hücrelerinin tek sıra halinde dizildiği, epidermis hücrelerinin arasında çok sayıda stoma hücrelerinin bulunduğu gözlemlenmiştir. Habitatından dolayı yapraklarında hem sünger hem de palizat parankiması içerdiği görülmüştür. Stoma hücrelerinin boyutunun fazla ışık ve sıcaklığa adaptasyondan dolayı küçük olduğu izlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ranunculus aydogdui*, *Ranunculus*, halofit, anatomi, Tuz Gölü, Türkiye

➢ *ORAL PRESENTATION*

Development and evaluation of dehydrated *Arbutus unedo* fruit leather

Ersin YETAN (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9489-740X), Arzu AKPINAR BAYIZIT[2,3*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1898-1153)

[1] Graduate School of Natural and Applied Sciences, Bursa Uludag University, Bursa, Türkiye
[2] Department of Food Engineering, Bursa Uludag University, Bursa, Türkiye
[3] Science and Technology Application and Research Center, Bursa Uludag University, Bursa, Türkiye

*Corresponding author e-mail: abayizit@uludag.edu.tr

Abstract

Turkey has hosted various cultivated and wild edible plant and fruit species throughout Anatolian history. Turkey's agricultural regions of different ecological characteristics have enabled various fruits to be grown within the borders of the country. The country is a gene centre for many fruit species with approximately 12000 plant taxa including 3649 endemic wild plants, and exotic, and agricultural plants. A significant part of these plants is used in traditional medicine, besides their use as food, spice and tea. In recent years, edible wild plants has gained more importance due to the interest in nature-oriented life and health consciousness, as being alternative sources of healthy and nutritious food. *Arbutus unedo* is a wild ornamental plant and fruit that grows naturally within the borders of Turkey as a population or solitary tree in the coastal areas including Mediterranean, Aegean, Marmara, and Black Sea region. *Arbutus* genus is an evergreen plant that grows usually upto 5 meters with small globose tubercled fruits and long stems. The flowering period of the tree is October and November and bears flowers and mature fruits at the same time. The fruits mature in autumn with a colour turning from yellow-green to red-deep crimson. Locally, the fruit is called as drumga, wild strawberry, bearberry, mountain berry, crone berry, and forest strawberry. The Arbutus berries are rarely eaten as fresh fruit, however are suitable for consumption in various forms as wines, liquors, brandies, preserves, jams, jellies, and marmalade. The mature fruits and leaves are used in folk medicine for antiseptic, diuretic, laxative, antidiarrheal, astringent, depurative and antihypertensive purposes due to being rich in mineral elements, vitamin E and especially vitamin C. Fruit leathers are dried sheets of fruit pulp which have a soft, rubbery texture and a sweet taste. The production of fruit leather is a good alternative for perishable fruits, which are highly nutritious, to be stored for a long time and to preserve their nutritional values. Fruit leather; is made by increasing the consistency of pulp or fruit juice by adding starch, white sugar, seasoning and additives and pouring and drying it duly. Thus, an intensely coloured and delicious product which is chemically, enzymatically and microbiologically resistant is obtained. In addition, product can be consumed in all seasons. This paper reviews the literature on arbutus fruit leathers; most notably covering the various facets of process to preserve the nutritional quality.

Keywords*:* *Arbutus unedo, Strawberry tree,* Fruit leather, wild plants

➢ *ORAL PRESENTATION*

Obesity and oxidative stress

Amal ALNABHAN[1*] (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-5353-3714), Haci Ahmet DEVECİ[2] (ORCID: https://orcid.org//0000-0002-3862-1991)

[*1]Gaziantep University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Biochemistry Science and Technology, Gaziantep, Turkey
[2] Gaziantep University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Gaziantep, Turkey

*Sorumlu yazar e-mail:Amal.alnabhan.1986@gmail.com

Abstract

Nutrition; It is the adequate and balanced intake of nutrients necessary for growth, development and reproduction and their use in the body. For a healthy life, the energy consumed and the energy consumed must be in balance. If the energy taken from foods is more than the energy consumed daily, these foods are stored as fat in the body and lead to obesity. Obesity, which is accepted as the disease of our age and is increasing alarmingly all over the world, is among the chronic diseases. Childhood and adolescent obesity paves the way for adult obesity. Therefore, the necessary steps to prevent obesity should definitely start in childhood. Although many different hypotheses have been proposed in the pathogenesis of obesity-related complications, the most common hypothesis is adipose tissue inflammation and oxidative stress. Oxidative stress is the imbalance between the oxidant molecules in the organism and the antioxidant defense system. As the mechanical load and myocardial metabolism increase in obesity, oxidant molecules begin to form due to increased oxygen consumption. Thus, oxidative stress occurs. Oxidative stress increases preadipocyte proliferation, differentiation and mature adipocyte size. Recent studies have reported that some biochemical parameters associated with adiposity are associated with obesity. In this study, the relationship between oxidative stress, which is the most important health problem of our age, and obesity is given by compiling the latest literature information.

Keywords: antioxidant/oxidant balance, obesity, oxidative stress

➢ *ORAL PRESENTATION*

Preparation of Metallophtalocyanine Based Photoelectrodes For Photoelectrochemical Hydrogen Production Systems

Deniz Ezgi Varol[1], Özlem Budak[1], Özlem Uğuz Neli[1], Fatma Karaca Albayrak[1], Bahadır Keskin[2], Atıf Koca*[1]

[1]Marmara University, Department of Chemical Engineering, Istanbul,Turkey
[2]Yıldız Technical University, Department of Chemistry, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: akoca@marmara.edu.tr

Abstract

Today, studies on renewable and clean hydrogen production have generally focused on the production of hydrogen from water with solar energy. However, the hydrogen production efficiencies achieved in the studies are not sufficient for the economic and technological usability of hydrogen so it is of great significance to develop high performance systems for a sustainable hydrogen energy system. In this thesis, it is aimed to prepare unique and stable azido functional reduced graphene oxide/metal chalcogen/metallic phthalocyanine (rGO-N_3/$Cd_{0.8}Zn_{0.2}Ni_{0.2}K_{0.8}S_{0.2}$/MPc) based photoelectrodes. Indium Tin Oxide (ITO) was used as substrate in the electrode construction. The photoelectrodes to be used in the PECHER system were prepared by electrodeposition and click electrochemistry (CEC) methods. Composite materials consisting of azido functional reduced graphenoxide (rGO-N_3), transition metal chalcogens ($Cd_{0.8}Zn_{0.2}Ni_{0.2}K_{0.8}S_{0.2}$) and metallised phthalocyanine (MPc) complexes were used as functional materials in photoelectrodes. Electrochemical reduction of GO-N_3 to rGO-N_3 by electrodeposition reaction and simultaneous electrochemical coating of rGO-N_3, MPc and $Cd_{0.8}Zn_{0.2}Ni_{0.2}K_{0.8}S_{0.2}$ structures on the surface of electrodes namely ITO in one step was the main topic of this thesis. Electrodes with rGO-N_3/$Cd_{0.8}Zn_{0.2}Ni_{0.2}K_{0.8}S_{0.2}$/MPc structure were obtained. As a photocatalyst in photoelectrodes, metallic calcogene with $Cd_{0.8}Zn_{0.2}Ni_{0.2}K_{0.8}S_{0.2}$ (K=Se^{-2},Te^{+4}etc.) structure was synthesized. After the ITO/rGO-N_3/$Cd_{0.8}Zn_{0.2}Ni_{0.2}K_{0.8}S_{0.2}$/MPc photoelectrodes were characterized by different spectroscopic and electrochemical techniques, they were used in the PECHER system in light and dark environments. Optimization studies were carried out at the same time. The structural characterization of the prepared electrodes was performed by XRD (X-ray diffraction), EDS (energy dispersive spectroscopy), FESEM (field emission scanning electron microscope), XPS (X-ray photoelectron spectroscopy), Raman and UV analysis. Electrochemical properties of the electrodes were determined by CV (cyclic voltammetry), LSV (linear sweep voltammetry), MS (mott schottky), EIS (electrochemical impedance spectroscopy) and CA (chronoampermarty) measurements. In summary,rGO-N_3/$Cd_{0.8}Zn_{0.2}Ni_{0.2}K_{0.8}S_{0.2}$/MPc photoelectrodes were prepared in a more stable and reproducible manner by electrodeposition and click electrochemistry techniques.

Keywords: Photoelectrochemical hydrogen production, electrodeposition, photoelectrode, metallophthalocyanine.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Bulanık Kontrollü Anti Meyil Sistemi Tasarımı

Hande ERKAYMAZ[1*](ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3226-0627), Mehmet ATEŞ[1](ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6536-1988), Okan ERKAYMAZ[2](ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1996-8623)

[*1]Milli Savunma Üniversitesi, Deniz Harp Okulu Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
[2]Milli Savunma Üniversitesi, Deniz Harp Okulu Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:herkaymaz@dho.edu.tr

Özet

Teknoloji çağıyla birlikte yapay zekânın hayatın her alanında yaşama yardımcı bir araç olarak kullanımı artmaya başlamıştır. Bunun sonucu olarak her alanda yapay zekânın büyük ve küçük uygulamalarını görünmektedir. Büyük kısmı denizlerle çevrili olan dünyamızda ürün ticaretinde taşımacılığın büyük bir kısmını deniz yolu ile yapılmaktadır. Bu nedenle, gelecekte otonom gemiler ve taşımacılık faaliyetlerinin yapılması hedeflenmektedir. Buradan hareketle, ticari deniz yolu taşımacılığında olumsuz koşullarda gemi kararlılığının artırılıp, maddi zararların önüne geçilebilmesi için bir otonom kontrol sistemi önerilmiştir. Limanlarda yükleme ve boşaltma sürecinde yâda denizde seyir sürecinde beklenmeyen bir durum sonucunda gemiler kazaya uğrayabilmektedir. Kazanın ana sebebi gemi meyil açısının kontrol edilememesinden kaynaklanmakta ve bu süreç deniz ticaretinde çok büyük kayıplara neden olmaktadır.
Gemi meyil açısının kontrol edilebilmesi için balast tanklarındaki suyun yer değiştirilmesi prensibine göre çalışan anti meyil sistemi (anti heeling system) kullanılmaktadır. Bu sistemde, gemi meyil açısı bir personel tarafında hesaplanıp anti meyil sistemi çalıştırılmakta ve hesaplanan miktar suyun yer değiştirilmesi ile gemi kararlılığı sağlanmaktadır. Bu bağlamda, önerilen sistemde düşük maliyetli algılayıcılar yardımıyla meyil açısı otomatik hesaplanarak gemi anti meyil sisteminde doğru miktarda suyun yer değiştirilerek gemi kararlılığının artırılması sağlanacaktır. Ek olarak, önerilen projede, insan kaynaklı olası hata durumları ortadan kaldırılacak bir tasarım ile 3 tarafı denizlerle çevrili ülkemizde ülke ekonomisine pozitif katkı sağlayarak ve gemi tasarımında dışa bağımlılığı düşürmek göz önünde bulundurulmuştur.
Literatür araştırmalarında görülmüştür ki, anti meyil sistemi tasarımları genellikle insan denetimli mekanik kontrol ünitelerinden oluşmaktadır. Bu nedenle, otonom anti meyil sistemleri tasarımı ile literatüre bir yenilik katmakla birlikte, ticari ve güvenlik sanayisinde yapılacak gemi tasarımlarına ışık tutulacaktır. Ek olarak klasik tasarımlarda sürekli bir insan ihtiyacının olması ve insan hatalarının ciddi maddi veya can kaybına yol açması nedeniyle yapay zekâ tabanlı otonom bir kontrol biriminin tasarımı gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak önerilen modelin başarılı bir şekilde meyil kontrolünü sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bulanık mantık, Anti meyil sistemi, Meyil açısı, Bulanık meyil kontrolü.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Antioxidant potential of *Cistus salviifolius* L. flowers

İmran Uysal (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0942-9658*)

Osmaniye Korkut Ata University, Bahçe Vocational School, Department of Food Processing, Bahçe-Osmaniye, Turkey

Corresponding author e-mail: uysal-imran@hotmail.com

Abstract

In addition to their use as food, plants have been used for many purposes such as flavoring and fragrant, medicine, building shelter, fuel and weapons from past to present. In addition, extracts prepared from plants called medicinal plants have been used in the treatment of many diseases. After the beginning of the 19th century, drugs were started to be made using the active substances found in plants and the pharmaceutical industry was born. Plants are unique natural sources for the active ingredients of medicines. In this study, total antioxidant status (TAS), total oxidant status (TOS) and oxidative stress index (OSI) of *Cistus salviifolius* L. plant were determined. In this context, the leaves of the plant were extracted in an ethanol soxhlet device. TAS, TOS and OSI values were measured using Rel Assay kits. As a result of the studies, the TAS value of the plant was measured as 5.855±0.108, the TOS value as 8.600±0.193 and the OSI value as 0.147±0.001. As a result, it was determined that the plant has antioxidant potential. In this context, it was determined that the plant could be used as a natural antioxidant agent.

Keywords: Antioxidant, Cistus, medicinal plants, oxidant.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Total phenolic, flavonoid contents and antioxidant status of *Minuartia hamata* (Hausskn.) Mattf.

Falah Saleh Mohammed[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9083-1876*), Eylem Kına[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4538-9737*), Muhittin Doğan[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5400-8065*), Mustafa Sevindik[3] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0001-7223-2220*)

[1] Zakho University, Science Faculty, Department of Biology, Duhok, Iraq
[2] Gaziantep University, Science and Literature Faculty, Department of Biology, Gaziantep, Turkey
[3] Osmaniye Korkut Ata University, Science and Literature Faculty, Department of Biology, Osmaniye, Turkey

*Corresponding author e-mail: falah.sindy@uoz.edu.krd

Abstract

When quantities of oxidant chemicals become dangerously high, oxidative stress can ensue. Antioxidants help reduce this stress. Antioxidants included in the diet are helpful, but taking an external source is much better for bolstering the immune system. Plants are regarded as a key supplier of antioxidants among all naturally occurring goods. In this study, total phenolic, total flavonoid, total antioxidant and total oxidant status of *Minuartia hamata* (Hausskn.) Mattf. collected from Diyarbakır (Türkiye) province were determined. The plant's tops were ground up in a Soxhlet apparatus and the ethanol was extracted with it. The extracts were tested using Rel Assay kits to determine their antioxidant and oxidant levels. The total flavonoid content of the plant was analysed using aluminium chloride. The Folin-Ciocalteu reagent was used to quantify the total phenolic content of the plant. According to the results obtained, the total phenolic content of the plant sample was measured as 71.99±2.45, the total flavonoid content as 88.40±1.93, the total antioxidant status as 5.642±0.214, the total oxidant status as 21.594±0.302 and the oxidative stress index as 0.384 ±0.017. According to the data, the plant material in question possesses considerable antioxidant capacity. It is hoped that the plant may be tested in this setting as a potential natural antioxidant.

Keywords: Antioxidant, flavanoid, medicinal plants, *Minuartia*, phenolic.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Total phenolic, flavonoid contents and antioxidant status of *Adonis aestivalis*

Falah Saleh Mohammed[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9083-1876*), Mustafa Sevindik[2] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0001-7223-2220*), İmran Uysal[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0942-9658*), Muhittin Doğan[4] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5400-8065*)

[1] Zakho University, Science Faculty, Department of Biology, Duhok, Iraq
[2] Osmaniye Korkut Ata University, Science and Literature Faculty, Department of Biology, Osmaniye, Turkey
[3] Osmaniye Korkut Ata University, Bahçe Vocational School, Department of Food Processing, Osmaniye, Turkey
[4] Gaziantep Ata University, Science and Literature Faculty, Department of Biology, Gaziantep, Turkey

*Corresponding author e-mail: falah.sindy@uoz.edu.krd

Abstract

Alternative medicine makes extensive use of various plant-based substances. They are the most extensively utilised plants in this category of raw resources. Many recent research have used plants as subjects because of the abundance of bioactive chemicals inside their tissues. The biological activities of plants have been studied extensively and shown to be significant. Understanding the biological processes that plants engage in is crucial in this regard. In this study, total phenolic, total flavonoid, total antioxidant and total oxidant status of *Adonis aestivalis* L. collected from Duhok (Iraq) province were determined. The plant's leaves and stems were ground into a powder and extracted with ethanol using a Soxhlet apparatus. The resultant extracts were tested using Rel Assay kits for their antioxidant and oxidant properties. The total amount of flavonoids in the plant was calculated using aluminium chloride analysis. Using the Folin-Ciocalteu reagent, we were able to calculate the plant's total phenolic content. According to the results obtained, the total phenolic content of the plant sample was 38.87±1.10, the total flavonoid content was 113.48±5.69, the total antioxidant status was 6.254±0.199, the total oxidant status was 6.585±0.287, and the oxidative stress index was 0.106±0.006. Findings indicated that the plant material tested had high levels of antioxidant activity. In this setting, the plant may be tested for its antioxidant properties.

Keywords: Adonis, Antioxidant, flavanoid, medicinal plants, Phenolic, oxidant.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Effect of adding sodium chloride and ascorbic acid on some physiological traits of *Lemna gibba* L.

Şeyda Yılmaz (*https://orcid.org/0000-0002-2262-432X*), Ebru Bozlar* (*https://orcid.org/0000-0001-9414-2760*), Muhittin Doğan

University of Gaziantep, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Gaziantep, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ebrubzlr@gmail.com

Abstract

In this study, the effects of NaCl and ascorbic acid (AsA) applications on some physiological properties of *Lemna gibba* were determined. The study was carried out under controlled conditions. Control (no treatment), 1 mM AsA, 200 mM NaCl and 1 mM AsA+200 mM NaCl were applied to acclimatized macrophytes. Some physiological changes were determined after the applications. The lowest photosynthetic pigment contents were found in 200 mM NaCl application. On the contrary, the changes in AsA and AsA+NaCl application were insignificant compared to the control. Changes in total phenolic and total carbohydrate contents were determined. It was determined that the contents of non-protein sulfhydryl groups were ordered as AsA+NaCl>NaCl>AsA. The fact that malondialdehyde and H_2O_2 contents were found as AsA+NaCl>NaCl may indicate that the applied AsA may have a role in alleviating the effect of NaCl stress.

Keywords: *Lemna gibba*, NaCl, Ascorbic acid, Stress

➢ *ORAL PRESENTATION*

Effects of copper oxide nanoparticles on duckweed (*Lemna gibba* L.)

Şeyda Yılmaz* (*https://orcid.org/0000-0002-2262-432X*), Muhittin Doğan

University of Gaziantep, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Gaziantep, Turkey.

*Corresponding author e-mail: yilmazzseyda@gmail.com

Abstract

This study was carried out to evaluate some physiological effects of different CuO nanoparticle concentrations on *Lemna gibba*, an aquatic macrophyte. Macrophytes were collected from natural springs in Gaziantep province. These were acclimatized for two weeks in a controlled climate cabinet. Healthy macrophytes were grown under the influence of CuO concentrations of 0, 25, 50 and 100 mg/L. Some physiological changes were determined after the applications. There were decreases in total carbohydrate and total phenolic contents. In contrast, significant increases in the content of non-protein sulfhydryl groups were detected. In addition, a positive correlation was found between hydrogen peroxide and malondialdehyde contents. As a result, it has been shown that high CuO concentrations cause stress in *L. gibba* tissues.

Keywords: *Lemna gibba*, CuO, Physiological response

➢ *ORAL PRESENTATION*

The effect of nutrition in the preventıon of chronic obstructive pulmonary disease

Ayşenur Köse[1*] ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6023-6811), Hüsamettin Vatansev[2] ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0230-3414)

[1*] Selcuk University, Institute of Health Sciences, Department of Medical Biochemistry, Konya, Turkey
[2]Selçuk University, Faculty of Medicine, Biochemistry, Konya, Turkey

*Corresponding author e-mail: koseaysenur@yandex.com

Abstract

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a chronic inflammatory respiratory disease with increasing morbidity and mortality rates. It is a preventable and treatable disease characterized by airway or alveolar damage from exposure to harmful particles and gases, resulting in permanent airflow limitation and respiratory symptoms. Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is one of the top three causes of death worldwide. 90% of these deaths occur in low- and middle-income countries. In 2012, more than 3 million people died from COPD, accounting for 6% of all deaths worldwide. COPD represents a major public health problem that is both preventable and treatable. Many people die prematurely from this disease or its complications for many years. In this study, we summarized current knowledge through a systematic review to assess the impact of nutrition in the prevention of COPD. We searched Pubmed, Trip Database and Cochrane Library for relevant "randomized, controlled trials" on the effect of nutrition in the prevention of chronic obstructive pulmonary disease. The article search strategy included "COPD", "nutrition" and "antioxidant". Although most studies linking dietary antioxidants and fiber to COPD have been cross-sectional, several cohort studies have reported associations between higher intakes of antioxidants and fiber and slower decline in lung function, improved lung function, and lower incidence of COPD in current and former smokers. Globally, the burden of COPD is projected to increase in the coming decades due to continued exposure to risk factors and population aging. Identifying modifiable risk factors for the prevention and treatment of COPD is urgent. While definitive data from prevention to treatment are lacking, available scientific evidence suggests that certain nutrients, especially those with antioxidant and anti-inflammatory properties, are associated with better lung function when consumed in combinations as balanced dietary patterns. More studies are needed on the nutritional relationship as an integral part of COPD management. It is important that specialists pay more attention to nutrition and weight control in the prevention and treatment of COPD, which is a growing health problem worldwide.

Keywords: COPD, Nutrition, Lung function

➢ *ORAL PRESENTATION*

Crocus sativus L. tıbbi bitkisi ile obezite ve obezite ile ilişkili hastalıklara yönelik transkripsiyonel düzeyde yapılmış çalışmaların değerlendirilmesi

Aleyna Ezgi Çelik[1] (https://orcid.org/0000-0003-4684-3049), Filiz Altan [1,*] (https://orcid.org/0000-0001-6358-2448)

[1]Muğla Sıtkı Koçman Üniveristesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik, Muğla, Türkiye
[*1]Muğla Sıtkı Koçman Üniveristesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik, Muğla, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: afiliz@mu.edu.tr

Özet

Crocus sativus L. (safran) Iridaceae süsengiller familyasına ait tıbbi açıdan önem arz eden dünyada oldukça büyük değere sahip çok yıllık bir tıbbi bitkidir. Zengin içeriği nedeniyle de uzun yıllardır gıda, boya, kozmetik endüstrisinde ve de farmakolojide bu bitkiden yararlanılmaktadır. Kanser tedavilerinde büyük rağbet gören bu bitkinin diyabetik komplikasyonların iyileştirilmesine yönelik çabalarda da artık tercih edilen bir bitki olduğu yapılan çalışmalarla da görülmektedir.
Crocus sativus L.'nin ekstraktlarından obezite ve insülin direncinin beraberinde getirdiği komplikasyonların giderilmesi ve böylelikle bu hastalıkların tedavisine yönelik olarak yoğun bir şekilde yararlanıldığına dair yapılan çalışmaların sayısı azımsanamayacak kadar fazladır. Ancak bu ektrakttan ve etken bileşikten ne şekilde faydalanıldığına ve yukarıda sözü edilen iyileştirmelere zemin hazırlayan işleyişlerin temelinde yatan moleküler mekanizmaların anlaşılmasına imkân sağlayacak çalışmalara da ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, bu bitkinin obezite ve obezite ile ilişkili hastalıkların tedavisinde olası etkileri üzerine yapılmış moleküler çalışmalara yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Safran, obezite, adipozite

➢ *ORAL PRESENTATION*

Ultrasonik Sprey Piroliz Kaplama Yöntemi ile Piezodirençli Sensör Üretimi ve Karakterizasyonu

Esra ŞEN[1,2]* *(ORCID:https://orcid.org/0000-0003-4416-3437)*
Ferhat ÖZÇELİK[3] *(ORCID https://orcid.org/0000-0001-8730-1348)*
Murat KALELİ[2,4] *(ORCID:https://orcid.org/0000-0002-3290-2020)*

[*1] Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomühendislik, Isparta, Türkiye
[2] Süleyman Demirel Üniversitesi, YETEM laboratuvarları/ Isparta, Türkiye
[3] Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Fizik / Isparta, Türkiye
[4] Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik / Isparta, Türkiye

* e-mail:senesra32@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, giyilebilir elektronik ve esnek sensör uygulamalarında sıklıkla kullanılan PEDOT: PSS polimeri ve maliyet etkin bir kaplama yöntemi olan Ultrasonik Sprey Piroliz (USP) yöntemi kullanılarak, yüzeyleri elektriksel iletken hale getirilmiş polimer malzemeler ile basınç sensörleri oluşturulmuştur. PDMS polimeri kürleme işleminden sonra ∽1.5×2 cm^2 alanlarla kesilerek yüzeyleri organik kirlerden arındırılmış ve Ultraviyole ışık ile hidrofilik hale getirilen yüzeylere USP yöntemi ile PEDOT: PSS polimeri kaplanmıştır. Basınç sensörlerinin kenarlarına kolay kontak alabilmek için gümüş pasta ile iletken bakır kablolar eklenerek elektriksel analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sensörlerin gümüş kontak kısımları açıkta bırakılarak, iletken yüzeylerin temas ettirilmesi ve farklı frekans değerlerinde sabit basınç uygulanarak elektriksel analizleri yapılmıştır. Sensör yüzeyleri üzerine basınç uygulamak amacıyla farklı frekans değerlerinde sinyal gönderebilen bilgisayar kontrollü portatif bir cihaz tasarlanmıştır. Üretilen sensörlerin etkinliğini kontrol edebilmek için, farklı frekanslarda basınç uygulanırken, akım-voltaj değişimlerinin takibi Keithley 2611 elektrometre cihazı ile takip edilmiştir. Farklı gerilimler altında 1, 2, 3, 5 ve 10 Hz frekanslarda uygulanan basınçlara sensörlerin verdiği tepki araştırılmıştır. Yüksek gerilim altındaki sensörlerde yüksek frekanslarda dalgalanmalar görülürken, düşük gerilim altındaki sensörlerin uygulanan tüm frekanslarda hassas tepkiler verebildiği tespit edilmiştir. Üretilen bu esnek sensörlerin özellikle düşük gerilim altında çalışabilmesi IoT uygulamaları için umut vericidir.

Anahtar Kelimeler: PEDOT: PSS, Esnek Sensör, Piezodireçli Sensör, Giyilebilir Elektronik.

Bu çalışma YÖK 100/2000 Doktora Programı ve Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince (SDÜ-BAP FDK-2021-8273) desteklenmiştir.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Production of *Ficus carica* Linn leave extract loaded chitosan/hydroxyapatite scaffolds with enhanced antioxidant and antimicrobial properties

Pelin Yılmaz[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9670-7665), Elçin Demirhan[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4885-2902), Belma Özbek[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0281-6671),

[*1]Yıldız Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Chemical Engineering, İstanbul, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: ppln.yilmaz@gmail.com

Abstract

Bone tissue engineering strategy is an alternative method that aims to eliminate the problems encountered in conventional surgical methods. In this strategy, the development of scaffolds that can mimic the natural environment of damaged bone tissue cells and support the normal physiological processes of these cells is the first step. Recently, the combination of herbal extracts with tissue engineering principles has attracted significant attention because of their substantial potential being a therapeutic agent for bone tissue regeneration. These extracts are used to enhance the antioxidant and antimicrobial features of the scaffolds developed and enable them to become more bioactive for tissue regeneration.
Therefore, in the present study, it was focused on producing a three-dimensional, bioactive (antioxidant, antimicrobial, and stimulating bone cell growth), biodegradable, biocompatible, porous, and high mechanical strength bone tissue engineering scaffold, by considering the extracellular matrix (ECM) properties of natural bone tissue. In this context, *Ficus carica Linn* leaves extract (FLE) obtained by the method of microwave-assisted extraction was successfully integrated into the chitosan-hydroxyapatite mixture. Then, this mixture was freeze-dried to obtain bone tissue engineering scaffolds. The resulting scaffolds exhibited a sponge-like, highly porous structure. FLE was used first time as an additive to enhance the antioxidant and antimicrobial activity of the bone tissue engineering scaffold.
The scaffolds obtained were characterized in terms of their chemical, physical and biological properties. FTIR, total phenolic content analysis, porosity, water uptake, and antimicrobial activity against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* bacteria were analyzed. The results obtained from the present study showed that FLE had been spread out homogeneously and to be used as a potential candidate to enhance the antioxidant and antimicrobial properties of the neat chitosan-hydroxyapatite scaffold. Additionally, the analysis of biocompatibility, biodegradability, and mechanical properties of the scaffolds produced are going to be investigated as a further study.

Keywords: *Ficus carica Linn* leaves, microwave-assisted extraction, bone tissue engineering, chitosan, hydroxyapatite, antioxidant, antimicrobial

Acknowledgments: This work has been supported by Yildiz Technical University Scientific Research Projects Coordination Unit under project number FBA-2021-4409.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Anti-inflammatory Properties of Walnut Seed Coat Extract in Rats with Experimentally Induced Hyperlipidemia

Esra Palabiyik[1*] (0000-0002-3066-1921), Ayse Nurseli Sulumer[1] (0000-0002-2001-2186), Handan Uguz[1] (0000-0001-5444-1459), Bahri Avci[1] (0000-0001-8451-5463), Seda Askin[2] (0000-0001-6133-9065) and Hakan Askin[1] (0000-0003-3248-759X)

[1] Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science, Ataturk University, Erzurum, Turkey
[2]Health Services Vocational School, Ataturk University, Erzurum, Turkey

* Corresponding author e-mail: esraozdemir.tr@gmail.com

Abstract

While inflammation, which is a physiological response of the immune system, increases due to various stimuli, it can lead to dangerous and fatal diseases. Considering this, in our study, walnut seed coat ethanol extract (E-WSC), which has a rich content, was used to prevent conditions such as atherosclerosis, cardiovascular diseases, etc. that may occur due to hyperlipidemia. To construct the experimental model, 30 Wistar rats were divided into five groups (male, n=6). These groups are; K1: Healthy control group (HCG), K2: E-WSC (150 mg), K3: E-WSC (300 mg), K4: Hyperlipidemic group (HLG), K5: Hyperlipidemic group + E-WSC (300 mg) (Treatment Group-TG) classified as. After the necessary applications were made, the rats were sacrificed to obtain liver tissues. Anti-inflammatory effect was evaluated by determining *Tnf-α, Il-6*, and *Il-1β* gene expression levels, which are cytokines that occur due to hyperlipidemia. Hyperlipidemia was induced by Triton WR-1339 and an increase in the expression levels of all three genes was observed in HLG. Depending on the administration of E-WSC-300 mg in TG, an inhibition of gene expressions occurred and the values approached the HCG level.
As a result, it has been determined that the walnut seed coat has an effective protective feature against the damage on the main organ.

Keywords: Triton WR-1339, hyperlipidemia, walnut seed coat, anti-inflammatory, liver

➢ *ORAL PRESENTATION*

Walnut Seed Coat Extract Reaction on Hyperlipidemic Rat Liver Histopathological Lesions

Esra Palabiyik[1*] (0000-0002-3066-1921), Ayse Nurseli Sulumer[1] (0000-0002-2001-2186), Handan Uguz[1] (0000-0001-5444-1459), Bahri Avci[1] (0000-0001-8451-5463), Seda Askin[2] (0000-0001-6133-9065) and Hakan Askin[1] (0000-0003-3248-759X)

[1] Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science, Ataturk University, Erzurum, Turkey
[2]Health Services Vocational School, Ataturk University, Erzurum, Turkey

* Corresponding author e-mail: esraozdemir.tr@gmail.com

Abstract

Histopathological studies are carried out to examine the signs of the disease in the tissue. It is essential to perform this imaging procedure in order to prevent damage caused by inductions. In this study, the effect of walnut seed coat ethanol extract (E-WSC), which is a herbal source and contains valuable bioactive components, on acutely modeled hyperlipidemia-induced liver damage was investigated. Five groups (n=6) were formed as K1: Healthy control group, K2: E-WSC-150 mg, K3: E-WSC-300 mg, K4: Hyperlipidemic group, K5: Hyperlipidemic group + E-WSC -300 mg. After the administration of the active substances, the liver tissue was taken under anesthesia. According to the imaging results, no pathological data were found in the healthy control group. Triton WR-1339, which we used to induce hyperlipidemia, caused significant damage to the liver tissue such as hemorrhage, congestion, mononuclear cell infiltration, sinusoidal dilatation, apoptosis and necrosis in cells. E-WSC-300 mg given in combination with Triton WR-1339 showed a significant amelioration effect on these findings. These results clearly demonstrated the hepatoprotective effect of E-WSC against tissue damage induced by Triton WR-1339 modelling.

Keywords: Triton WR-1339, hyperlipidemia, walnut seed coat, histopathology, liver

➢ *ORAL PRESENTATION*

Hydrothermal Synthesis and Structure Properties of $NiMnO_3$ for Supercapacitors Electrode Material

Derya KOCA[1*] (https://orcid.org/0000-0002-8065-8325), Doğan KAYA[2] ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6313-7501)
Tunç TÜKEN[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0559-2848)

[1]Cukurova University, Faculty of Art and Sciences, Department of Chemistry, Adana, Turkey.
[2] Cukurova University, Faculty of Art and Sciences, Department of Physics, Adana, Turkey.

*Corresponding author e-mail: dderyakoca@gmail.com

Abstract

Developing enhanced supercapacitors is highly important for energy storage systems when compared to batteries and traditional capacitors systems due to their high-power density, fast charge/discharge cycles, semi-permanent cycle life and wide-range operation temperatures. Therefore, we need to develop highly active, environmentally friendly, safe and economical electrodes for today's supercapacitors technologies [1, 2]. In this work, we performed a detailed investigation of $NiMnO_3$ structures due to their intrinsic high conductivity and high capacitance properties which allow multiple faradaic redox reactions [3-5]. In this context, three-dimensional $NiMnO_3$ was prepared via one-step hydrothermal synthesis by controlling the amount of urea, heating temperature and time. We first performed X-ray diffraction analysis which confirmed the perovskite oxide phase of $NiMnO_3$, cubic NiO and amorphous $MnCO_3$ structures due to the heating temperature of 400 ºC. Further optimization of heating temperature and time resulted in the disappearing $MnCO_3$ phase in the structure. The size of $NiMnO_3$ structures was determined below 20 µm with irregular metal oxide formations by using scanning electron microscope images. Energy-dispersive x-ray spectroscopy data also confirmed these different formations in the structure and the chemical composition of these phases was determined via stoichiometric calculations.

Keywords: Binary-Metal Oxide, Supercapacitors, Energy Storage Material, XRD, SEM-EDS

References

1. Iqbal, M.Z. and U. Aziz, *Supercapattery: Merging of battery-supercapacitor electrodes for hybrid energy storage devices.* Journal of Energy Storage, 2022. **46**.
2. M, A. and A. Paul, *Importance of Electrode Preparation Methodologies in Supercapacitor Applications.* ACS Omega, 2017. **2**(11): p. 8039-8050.
3. Chen, Y., et al., *Preparation and electrochemical properties of NiMnO3@NiO nanosheets for pseudocapacitors.* Journal of Alloys and Compounds, 2020. **832**: p. 154936.
4. Kakvand, P., et al., *Synthesis of NiMnO3/C nano-composite electrode materials for electrochemical capacitors.* Nanotechnology, 2016. **27**(31): p. 315401.
5. Sanchez, J.S., et al., *Synthesis and application of NiMnO3-rGO nanocomposites as electrode materials for hybrid energy storage devices.* Applied Surface Science, 2018. **460**: p. 74-83.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Anti-inflammatory Evalution in Heart Tissue:The Relationship between Hyperlipidemia and Walnut Seed Coat

Esra Palabiyik[1] (0000-0002-3066-1921), Ayse Nurseli Sulumer[1] (0000-0002-2001-2186), Handan Uguz[1] (0000-0001-5444-1459), Bahri Avci[1*] (0000-0001-8451-5463), Seda Askin[2] (0000-0001-6133-9065) and Hakan Askin[1] (0000-0003-3248-759X)

[1] Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science, Ataturk University, Erzurum, Turkey
[2]Health Services Vocational School, Ataturk University, Erzurum, Turkey

*Corresponding author e-mail: bahri.avci20@ogr.atauni.edu.tr

Abstract

In our study, in which an acute hyperlipidemia model was created with Triton WR-1339, the anti-inflammatory effect of ethanolic extraction of walnut seed coat on heart tissue was investigated. In the experiments conducted with 30 male Wistar rats, firstly, the classification of the experimental animals was made as five different groups. These; K1: Healthy control group (HC), K2: E-WSC-150 mg (oral dose) o.d., K3: E-WSC-300 mg o.d., K4: Hyperlipidemic group (HL) (intraperitoneal) i.p., K5: Hyperlipidemic group + E-WSC-300 mg (Treatment group- TG). For inflammation that may occur after hyperlipidemia, Tnf-α, Il-6 and Il-1β mRNA gene expression levels were analyzed in heart tissue by RT-PCR method. According to the analysis data, *Tnf-α, Il-6* and *Il-1β* gene levels showed a statistically significant increase in the HL group compared to the HC group. In the TG group, on the other hand, the gene expression levels that increased with the administration of E-WSC-300 mg decreased and approached the HC group.
In conclusion, our study reports that E-WSC-300 mg has an anti-inflammatory effect in hyperlipidemic heart tissue.

Keywords: Triton WR-1339, hyperlipidemia, walnut seed coat, anti-inflammatory, heart

➢ *ORAL PRESENTATION*

Melas Varlığında Asetik Asit Bakterilerinin Selüloz Üretimi

Gizem YILDARI[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3903-7092), Elif YÜRÜMEZ CANPOLAT[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1470-1169), Ayten ÖZTÜRK[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1860-8394)

[*1]Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoteknoloji Bölümü, Niğde, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: gizem_yildari@hotmail.com

Özet

Asetik asit bakterilerinin gelişimleri sırasında selüloz ürettikleri tespit edilmiş olup, bu bakteriyel selülozun üretiminin arttırılması ve farklı amaçlarla kullanımlarına yönelik çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bakteriyel selülozun bitkisel selülozdan fibril çapı ve bağlantısal gözenekli yapılarının farklı olduğu gözlenmiştir. Bakteriyel selülozun, hemiselüloz, pektin ve lignin içeren bitki dokularından elde edilen selülozdan daha yüksek derecede bir saflığa sahip olduğu, saflaştırılma probleminin olmaması ve çeşitli biyoteknolojik amaçlar için uygun olması önemli özellikleri olarak görülmektedir. Bitki selülozuna kıyasla daha yüksek bir kristallik indeksine ve daha yüksek bir polimerizasyon derecesine sahip olması, nano gözenekli yapısı, sıvı emme kapasitesi, dinamik lif oluşturma yetenekleri, alerjik olmaması, şeffaflık, kalıplanabilirlik ve mekanik mukavemetinin yüksek olması diğer öne çıkan özellikleridir.
Bu çalışmada, Mersin elma bahçelerinden toplanan elmalar ve Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Merkez Kampüsü'nden toplanan üzümlerden elde edilen sirkeler, asetik asit bakterilerinin izolasyonunda kullanılmış ve izolatların melas varlığındaki verimi, Hestrin-Schramm (HS) besiyerinde üretilen selülozlar ile kıyaslanmıştır. İzole edilen bakterilerin moleküler olarak tanımlanması da yapılmıştır. İzole edilen bakteriler, *Gluconobacter potus* ve *Acetobacter pasteurianus* olarak tanımlanmıştır. *G. potus*'un HS besiyerindeki üretmiş olduğu selülozun kuru ağırlığı 2,87 g/L iken, *A. pasteurianus*'un üretmiş olduğu selülozun kuru ağırlığı ise 2,09 g/L olarak belirlenmiştir. Melas (20 g/L) içeren modifiye besiyerinde gelişen *G.potus* suşunun ürettiği selüloz miktarı 1,00 g/L ve *A. pasteurianus* suşunun ürettiği selüloz miktarı 1,03 g/L olarak bulunmuştur. Melas varlığında üretilen selüloz miktarının her iki bakteri için de yaklaşık 1,0 g/L olması, bir atık olarak melasın bu amaçla kullanılabileceğini göstermiştir. Üretilen selülozların ağsı yapıları SEM'de görüntülenmiştir. Yapılan SEM çalışmasında selülozların literatür ile uygunluk gösterdiği ve melas varlığında oluşan ağsı yapının bir fark göstermediği belirlenmiştir. Tanımlanan bu iki bakteri türünün selüloz üretimi ilk kez tespit edilmiş olup literatüre bu açıdan katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Selüloz, asetik asit bakteri, melas, SEM

➢ *ORAL PRESENTATION*

Pathological Change: Effect of Walnut Seed Coat in Rats with Hyperlipidemia

Esra Palabiyik[1] (0000-0002-3066-1921), Ayse Nurseli Sulumer[1] (0000-0002-2001-2186), Handan Uguz[1] (0000-0001-5444-1459), Bahri Avci[1*] (0000-0001-8451-5463), Seda Askin[2] (0000-0001-6133-9065) and Hakan Askin[1] (0000-0003-3248-759X)

[1] Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science, Ataturk University, Erzurum, Turkey
[2]Health Services Vocational School, Ataturk University, Erzurum, Turkey

*Corresponding author e-mail: bahri.avci20@ogr.atauni.edu.tr

Abstract

Triton WR-1339, which is an artificial detergent and inhibits lipoproein lipase enzyme activity, was used in our study to induce hyperlipidemia. The main aim of the study is to determine the damage that hyperlipidemia can cause in the heart tissue and the effect of walnut seed coat ethanol extract on this damage. For this, they are divided into five groups [K1: Healthy control group (HC), K2: E-WSC-150 mg , K3: E-WSC-300 mg, K4: Hyperlipidemic group (HL), K5: Hyperlipidemic group + E-WSC -300 mg (Treatment group- TG)] analyzes were performed on 30 male Wistar rats. After the induction, the heart tissue was removed with the surgical procedure and made ready for pathological examination. While no pathological findings were found in the HC group, various pathological findings (hemorrhage, congestion, mononuclear cell infiltration) were observed in the HL group. In the TG group, it was determined that the findings in the HL group decreased due to E-WSC-300 mg.
In general, E-WSC has been shown to have a cardioprotective effect against tissue damage due to hyperlipidemia.

Keywords: Triton WR-1339, hyperlipidemia, walnut seed coat, histopathology, heart

➢ *ORAL PRESENTATION*

Effect of walnut seed coat ethanol extract on MDA, SOD and CAT in hyperlipidemia induced rats

Esra Palabiyik[1] (0000-0002-3066-1921), Ayşe Nurseli Sulumer[1] (0000-0002-2001- 2186), Handan Uguz[2*] (0000-0001-5444- 1459), Bahri Avci[1] (0000-0001-8451-5463), Seda Aşkin[3] (0000-0001-6133-9065) and Hakan Askin[1] (0000-0003-3248-759X)

[*1] Ataturk University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Erzurum, Turkey
[2] Ataturk University, Faculty of Agriculture, Agronomy Department, Erzurum, Turkey
[3] Ataturk University, Health Services Vocational School, Erzurum, Turkey

[*] Corresponding author e-mail: uguzhandan@gmail.com

Abstract

In our study, the effects of walnut seed coat to be used as an active ingredient on oxidative stress that may occur in the heart tissue of experimental animals with hyperlipidemia were investigated. Triton WR-1339 was used to induce hyperlipidemia and experimental hyperlipidemia was induced. Wistar rats (30 males) to be used in the experiment were grouped (5 groups, n=6) [K1: Healthy control group (HC), K2: E-WSC-150 mg (oral dose) o.d., K3: E-WSC-300 mg o.d., K4: Hyperlipidemic group (HL) (intraperitoneal) i.p., K5: Hyperlipidemic group + E-WSC-300 mg (Treatment group- TG)], then applications were made and sacrification was performed. MDA, CAT and SOD enzyme levels were determined by measuring the oxidative stress parameters in the removed heart tissue. Accordingly, while MDA levels increased in the HL group, they decreased in the TG group and approached the HC group. The activity, which increased in CAT levels with high dose E-WSC application, was inhibited by Triton WR-1339. Although SOD enzyme activity showed a significant decrease in the HL group, it caused a significant increase in the TG group.
The results show us that E-WSC can regulate oxidative damage by showing a positive effect on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities.

Keywords: Triton WR-1339, hyperlipidemia, walnut seed coat, oxidative stress, heart

➢ *ORAL PRESENTATION*

Evaluation of the Tyrosin/LNAA Ratio in Parkinson Patients

Zeynep Kurt[1*] (ORCID: 0000-0002-2481-6616), Hüseyin Aydın[2] (ORCID: 0000-0002-3194-830X)

[*1] Malatya Turgut Özal University,Faculty of Medicine,Department of Biochemistry,,Malatya,Turkey
[2] Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Medicine, Department of Biochemistry, Sivas,Turkey

* Corresponding author e-mail: zeynep.kurt@ozal.edu.tr

Abstract

Parkinson's disease is a neurodegenerative disease that causes the death of dopaminergic neurons in the substantia nigra. The pathology of this disease continues to be investigated today. Although the underlying mechanism of the disease is not fully known, it is very important to develop new treatment methods in order to slow down the progression of the disease, stop it, or reduce the symptoms, based on the findings obtained, since many systems are triggered.
Large neutral amino acids (LNAA) ; It is a mixture of phenylalanine, tryptophan, threonine, methionine, tyrosine, leucine, isoleucine and histidine. Hemostatic regulation of LNAA concentration in brain interstitial fluid is important for brain functions. These amino acids prevent the passage of phenylalanine in the blood to the brain, and prevent damage to the brain by phenylalanine. The L-type amino acid transporter LNAA is the only way for amino acids to cross the blood brain barrier. They compete among themselves for this carrier. The change in the amount of LNAA affects this mechanism.
The amino acid tyrosine can cause various positive or negative cognitive effects depending on age. This amino acid is involved in the synthesis of dopamine. Tyrosine is converted to DOPA through the enzyme "tyrosine hydroxylase". Dopamine levels may change depending on neurodegenerative diseases in the brain. The decrease in the tyrosine level in the blood-brain barrier increases the synthesis of DOPA. L-DOPA molecule shows therapeutic effect to reduce the symptoms of Parkinson's disease. A total of 90 individuals, 45 healthy controls and 45 patients, participated in our study. The age range of randomly selected individuals is 41-88. The mean age of Parkinson's individuals is 70.88±2.234 for 23 female individuals and 72.69±1.739 for 22 male individuals. In our study, total amino acid levels were measured using the LC/MS method. Tyrosine amino acid level was determined as 82.6752±4.12743 in the control group and 93.3513±3.52206 ($p<0.05$) µmol/L in the patient group. Tyrosine/LNAA ratio was 0.09276 in the control group; in the patient group, it was determined as 0.09256 ($p>0.05$), no significant difference was observed. Determining the Tyrosine / LNAA ratio in Parkinson's disease will contribute to elucidating the mechanisms of the disease.

Keywords: parkinson's disease, amino acids, tyrosine/LNAA ratio

➢ *ORAL PRESENTATION*

A new hybrid compound with potential biological activity consisting of the combination of Sulfamethoxazole and Anthracene: Synthesis, Characterization and Theoretical Calculations

Nurana Ibrahımova[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2378-9174), Ümmühan Özdemir Özmen[1] (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-9161-9367) , Servet Çete[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9316-2812), Deniz Akın Anakök[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7984-9159), Ebru Aktan[1] (ORCID:https://orcid.org/ 0000-0001-9412-9160) and Ayla Balaban Gündüzalp[1] (ORCID:https://orcid.org/ 0000-0002-5740-3674)

[1]Gazi University, Science Faculty, Department of Chemistry. Ankara, TURKEY

*Corresponding author e-mail: nurana.ibrahimova@gazi.edu.tr

Abstract

Antibacterial drugs, known as sulfonamides, include sulfamethoxazole, sulfisoxazole, and sulfadiazine, as well as others. Sulfonamides together with various pharmacological agents with antibacterial, insulin-releasing, anti-inflammatory, antidiabetic, and antitumor activities is an important class of drugs. Sulfamethoxazole (SMZ) having important pharmacological properties as the bacteriostatic antibiotic is most commonly used in combination with trimethoprim as a commercial drug named Bactrim. Considering the multifunctional chemistry of the sulfonamide derivatives it appears that continuous efforts have been made to synthesize the hybrid compounds with substituted sulfonamides. Due to the biological profile of hybrid sulfonamide derivatives, they have increasing importance in pharmaceutical and biological science. In addition, anthracycline-derived antitumors occupy a central position in the chemotherapeutic control of cancer. In our study, a new hybrid compound (Ant-SMZ) was synthesized using Sulfamethoxazole and Anthracene. The structure of the sulfonamide was elucidated via FT-IR, ^{1}H-NMR, and ^{13}C-NMR spectra as well as correct elemental analyses. In continuation of this work, the molecular structure and electronic properties of Ant-SMZ were determined by computational studies. The structure of the newly synthesized Ant-SMZ molecule as sulfa drug derivative was optimized with DFT/B3LYP method and 6-31+G (d,p) basis set. And then, frontier molecular orbitals (FMO: HOMO and LUMO), global chemical reactivity descriptors and molecular electrostatic potential (MEP) map were examined, respectively. All calculations were performed using Gaussian 09 package program.

K**eywords**: Sulfa Drugs, Sulfamethoxazole, Anthracene, Theoretical Calculations

➢ *ORAL PRESENTATION*

Environmentally friendly Anthracene-based Sulfonylhydrazone for use in biosensor preparation: Synthesis, Characterization and Computational Studies

Hilal Guler[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6146-0487), Servet Çete[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9316-2812), Ümmühan Özdemir Özmen[1] ORCID:https://orcid.org/ 0000-0001-9161-9367, Deniz Akın Anakök [1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7984-9159), Ebru Aktan[1] (ORCID:https://orcid.org/ 0000-0001-9412-9160) and Ayla Balaban Gündüzalp[1] (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-5740-3674)

[1]Gazi University, Science Faculty, Department of Chemistry, Ankara, TURKEY

*Corresponding author e-mail: hilal.guler1@gazi.edu.tr

Abstract

Chemical units containing anthracene framework have long-term π-conjugation ability, high stability, good quantum yield and properties suitable for potential chemosensors. Some aromatic molecules such as anthracene, pyrene, ferrocene, and phthalocyanine derivatives are known to be used for the immobilization of biomolecules on Carbon nanotubes (CNTs). It has also been stated that anthracene derivatives can be used as binding agents for non-covalent immobilization. Therefore, it was decided to synthesize Anthracene based Sulfonylhydrazone in order to obtain a high response from the biosensor constructed with the charge transfer ability of anthracene. In our study, anthracene derivatives including butansulfonylhydrazone moiety (Ant-bsh) was synthesized by a one-pot reaction method. Since the excess hydrazine used in the synthesis of sulfonyl hydrazones is both an expensive reagent and highly toxic, it must be isolated and purified from the product. Therefore, in the recent synthesis methods, sulfonyl hydrazones have been obtained using a reduced amount of hydrazine with green solvent and mild reaction conditions and an environmentally friendly approach. The structure of the synthesized new compound (Ant-bsh) was characterized by elemental analysis and spectroscopic methods (FT-IR, ^{1}H-NMR, and ^{13}C-NMR). In computational studies, the molecular structure of Ant-bsh was optimized using the density functional theory (DFT) with B3LYP/6-31G (d,p) level of theory. In addition, the frontier molecular orbitals (FMOs: HOMO and LUMO) and the molecular electrostatic potential (MEP) map were performed by the same basis set using Gaussian 09 software. DFT global reactivity descriptors such as electronegativity (χ), hardness (η), softness (S), chemical potential (μ), and electrophilicity (ω) were also calculated by using electronic energies of the titled molecule to determine its chemical stability and reactivity.

K**eywords**: Sulfonylhydrazone, Anthracene, Global reactivity descriptors

➢ *ORAL PRESENTATION*

Hafif çelik ayak kesitlerinin optimum tasarımının incelenmesi

İsmail Baran Barlas[1*] (ORCID: 0000-0002-4430-7990), Fatih Alemdar[2] (ORCID: 0000-0002-8752-0310)

[*1,2]Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: baran.barlas@std.yildiz.edu.tr

Özet

Endüstriyel üretimin yaygınlaşmasıyla beraber bu üretim sonucunda oluşan ürünlerin depolanması amacıyla endüstriyel raf sistemleri kullanılmaktadır. Genellikle soğukta şekillendirilmiş hafif çelik profiller kullanılarak raf sistemleri oluşturulmaktadır. Dayanım/ağırlık oranının yüksek olması, uzun ömürlü olması, üretim ve montajının hızlı olması, hafif olması ve bu nedenle deprem etkileri karşısında olumlu performans göstermesi gibi sebepler raf sistemlerinde hafif çelik profillerin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bu çalışmada, farklı geometrideki hafif çelik profiller kullanılarak oluşturulan ve raf sistemlerinin yapısal elemanı olan ayak profillerinin eksenel yük etkisi altında yük taşıma kapasitelerinin incelenmesi ve bu kapasitelere göre ayak profili için en optimum tasarımı sağlayan profil geometrisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmada, 10 adet farklı profil geometrisi incelendi. Kalınlık değerleri 2 mm ve 2.5 mm arasında değişen bu profillerin genişliği için 80 mm, 100 mm ve 120 mm değerleri tercih edilirken profillerin derinlikleri 70 mm ve 80 mm olarak tercih edilmiştir. Profil uzunlukları 400 mm, 600 mm, 800 mm ve 1000 mm olarak belirlendi. Belirlenen profillerin eksenel kuvvet etkisi altındaki yük taşıma kapasitelerinin tayin edilmesi için deneysel yöntem ve sonlu elemanlar kullanılmıştır. Deney numuneleri, hazırlanan test düzeneğinde basınç testine tabi tutularak profillerin yük taşıma kapasiteleri tayin edilmiştir. Sonlu elemanlar kullanılarak profil geometrileri, numune üzerinde bulunan ve montaj kolaylığı sağlayan farklı geometrideki deliklerin ve mesnet koşullarının gerçeğe uygun olarak modellenmesi ve burkulma analizinin yapılması sonucunda profillerin yük taşıma kapasiteleri bulunmuştur. Profillerin deney sonuçlarından elde edilen yük taşıma kapasiteleri ve sonlu eleman model sonucu elde edilen yük taşıma kapasitelerinin yakın olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Optimum Tasarım, Raf Ayağı Profili, Yük Taşıma Kapasitesi, Sonlu Elemanlar

➢ *ORAL PRESENTATION*

Regulation of Oxidative Stress Variables in Hyperlipidemic Rats by Walnut Seed Coat Extract

Esra Palabiyik[1] (0000-0002-3066-1921), Ayşe Nurseli Sulumer[1] (0000-0002-2001- 2186), Handan Uguz[2*] (0000-0001-5444- 1459), Bahri Avci[1] (0000-0001-8451-5463), Seda Aşkin[3] (0000-0001-6133-9065) and Hakan Askin[1] (0000-0003-3248-759X)

[*1] Ataturk University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Erzurum, Turkey
[2] Ataturk University, Faculty of Agriculture, Agronomy Department, Erzurum, Turkey
[3] Ataturk University, Health Services Vocational School, Erzurum, Turkey

* Corresponding author e-mail: uguzhandan@gmail.com

Abstract

Oxidative stress, which occurs due to the imbalance in lipoproteins involved in lipid metabolism, is an important mechanism for tissue damage and cell death. The effect of walnut seed coat ethanol extract on the oxidant and antioxidant balance, which was disturbed by the induction of Triton WR-1339, was investigated in liver tissue. An experimental setup was set up using 30 male Wistar rats. Accordingly, the groups were classified as follows; K1: Healthy control group , K2: E-WSC-150 mg, K3: E-WSC-300 mg , K4: Hyperlipidemic group, K5: Hyperlipidemic group + E-WSC-300 mg. In order to determine antioxidant and lipid peroxidation levels, CAT, SOD and MDA measurements were made in liver tissue taken from rats. According to these measurements, while the antioxidant enzyme activity decreased with the induction of hyperlipidemia, an increase was observed in the levels of MDA, which is a biomarker of oxidative stress. High-dose E-WSC had an adverse effect on these parameters.
When evaluated accordingly, it can be said that E-WSC has an effective protection ability against oxidative stress occurring in the tissue.

Keywords: Triton WR-1339, hyperlipidemia, walnut seed coat, oxidative stress, liver

➢ *ORAL PRESENTATION*

E-Selektin Ser128Arg gen polimorfizminin Covid 19 hastalık şiddetinde etkisi

Nihan Bozkurt[1*] (ORCID: 0000-0002-2283-0828), Figen Güzelgül[2] (ORCID: 0000-0002-2796-9511), Nejmiye Akkuş[3] (ORCID:0000-0002-5801-534X)

[*1] Tokat Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji AD, Tokat, Türkiye
[2] Tokat Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya AD, Tokat, Türkiye
[3]Tokat Gazi Osmanpaşa Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Genetik AD, Tokat, Türkiye

*Corresponding autor e-mail: nihan.bozkurt08@gmail.com

Özet

Şiddetli akut solunum sendromu koronavirüs 2 (SARS-CoV-2) enfeksiyonu, COVID-19 küresel pandemisinden sorumludur. Dünya çapında yayılmasına rağmen, patofizyolojisi halen netlik kazanmayan COVID-19, asemptomatik olgulardan çoklu organ yetmezliğine ve ölüme sebep olan şiddetli solunum yetmezliğine kadar değişen, şok ve trombotik olaylarla karakterize karmaşık bir hastalıktır. SARS-CoV-2, epitel hücrelerini hedef alıp lokal inflamasyona yol açarak anti-koagülan ve protrombotik faktörler arasında bir dengesizliğe yol açmaktadır. Pulmoner endotel, vasküler tonusun düzenlenmesi, inflamatuar yanıtlar, pıhtılaşma/fibrinoliz ve vasküler homeostazın ve geçirgenliğin korunması için çok önemlidir. Kardiyovasküler hastalıklarla ilişkisi bilinen E-selektin, endotel aktivasyonunun tanınmış bir belirtecidir. Yapılan bu çalışmada, Covid-19 hastalık seyrinde E-selektin Ser128Arg polimorfizminin olası rolünün araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmaya Tokat Devlet Hastanesine başvurup covid 19 PCR sonucu pozitif olan, yoğun bakım ihtiyacı olan 54 kişi, herhangi bir tedavi desteğine ihtiyaç duymayan 45 kişi ve covid PCR test sonucu negatif olan 44 kişi dahil edildi. Çalışma gruplarından alınan kan örneklerinden DNA izolasyon kiti kullanılarak DNA izolasyonu yapıldı. E-selektin Ser128Arg polimorfizmi için Pst I restriksiyon enzimi kullanılarak restriksiyon fragmenti uzunluk polimorfizmi (RFLP+PZR) tekniği ile allel tipleri belirlendi. Verilerin istatistiksel analizi için p değeri 0.05'in altında bulunan değerler anlamlı kabul edildi.
Çalışma sonuçlarımıza göre E-selektin Ser128Arg gen polimorfizmi ile covid-19 tanısı alan hasta gruplarında hastalık şiddeti açısından genotip dağılımı ve allel sıklığı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı (Hafif seyirli hasta grubu ile kontrol grubu arasında p=0.88, allel frekansı p=0.91; Yoğun bakım desteği alan hasta grubu ile kontrol gruu arasında p=0.75, allel frekansı p=0.42; Yoğun bakım desteği alan hasta grubu ile hafif seyrili hasta grubu arasında p=0.65 allel frekansı p=0.42 olarak belirlendi). Bu sonuçlara gore E-selektin Ser128Arg gen polimorfizminin covid-19 hastalık şiddetinde olası bir etkisi tespit edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Covid-19, Endotel, E-Selektin, Polimorfizm

➢ *ORAL PRESENTATION*

Major Depresyonda Il-6 (-597 A/G) Gen Polimorfizminin Rolü

Kübra ŞAHİN[1*](ORCID: 0000-0001-9870-0176) Sadegül ŞAVKIN[1] (ORCID: 0000-0002-9284-9102), Nihan BOZKURT[1] (ORCID: 0000-0002-2283-0828), Ömer ATEŞ[1] (ORCID: 0000-0003-4266-393X)

[1] Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyoloji AD, Tokat, Türkiye

*Corresponding author e-mail: kubra944@hotmail.fr

Özet

Dünyadaki en yaygın ve en ağır psikiyatrik hastalıklardan biri olan majör depresif bozukluk (MDB), yaşam kalitesini ciddi şekilde etkileyen, kronik hastalıklarla beraber seyredebilen ve hemen hemen her yaş grubunda görülebilen depresyon tipidir. MDB'nin, inflamatuar belirteçlerde, immün hücre sayılarında ve antikor titrelerinde anormallik içeren sistemik immün aktivasyon ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Beyinde, mikroglia ve diğer merkezi sinir sistemi (MSS) hücreleri tarafından üretilen sitokinler, nöroplastisitenin korunması gibi çeşitli MSS fonksiyonlarının önemli pozitif modülatörleridir. Aşırı veya uzun süreli inflamatuar sitokin aktivitesi, nörotransmiterlerin sentezinin ve salınımının bozulması dahil olmak üzere çoklu nöronal fonksiyonları bozar. Yapılan çalışmalarda, depresif bireylerin kandaki ortalama pro-inflamatuar sitokin seviyelerinin arttığı, özellikle interlökin-6 (IL-6), tümör nekroz faktörü-alfa (TNF-a) ve C-reaktif proteinin (CRP) MDB'de yükseldiği gösterilmiştir. Çalışmamızda, bağışıklık sistemi yanıtında salınan IL-6 geni (-597 A/G) tek nükleotit polimorfizmi (SNP) ile MDB arasındaki olası ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmaya Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Polikliniğine MDB tanısıyla başvuran 56 hasta dahil edildi. Kontrol grubuna ise aynı polikliniğe başvurarak şizofresini, bipolar bozukluk ve MDB tanısı almamış 57 birey dahil edildi. Çalışma gruplarından alınan kan örneklerinden DNA izolasyon kiti ile elde edilen DNA'lar kullanılarak, PZR-RFLP tekniği ile IL-6 geni (-597 A/G) bölgesi için genotiplendirme yapılmıştır. Elde edilen veriler ki-kare testi ile analiz edilmiş olup 0.05'in altında bulunan değerler anlamlı kabul edilmiştir.
IL-6 (-597 A/G) polimorfizmi ile major depresyon arasında genotip ve allel dağılımı bakımından hasta ve kontrol grupları arasında bir fark gözlense de bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (sırasıyla p=0.7, p=0.57). Sonuç olarak IL-6 geni (-597 A/G) polimorfizmi ile MDB hastalığı arasında bir ilişki olmadığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: IL-6 (-597 A/G), İnflamasyon, MDB, Polimorfizm, RZR, RFLP

➢ *ORAL PRESENTATION*

Toprak Karbon Döngüsünde Nematodların Yeri ve Önemi

Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL[1*] (ORCID: 0000-0001-6687-223X), Hüsniye AKA SAĞLIKER[2] (ORCID: 0000-0003-3807-1827), Cengiz DARICI[3] (ORCID: 0000-0003-0668-4127)

[*1]Çukurova Üniversitesi, Merkezi Araştırma Laboratuvarı, 01330, Adana, Türkiye
[2]Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 80000, Osmaniye, Türkiye
[3]Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 01330, Adana, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:nkizildag@cu.edu.tr

Özet

Son 50 yıldır tüm dünyada ekolojik dengelerdeki bozulmaların sonuçları birebir yaşanmaktadır. Ekosistem "canlı ve cansız varlıkların, belirli bir denge içinde, karşılıklı etkileşim halinde oluşturdukları bir bütün" olarak tanımlanmaktadır. Tüm bu elemanlar enerji aktarımı, mineral elementlerin döngüleri ve popülasyonların denetimi gibi işlevlerle birbirlerine bağlı olup bu etkileşimlerdeki değişimler ekosistemin dengesini etkileyecektir. Her canlının ekosistemdeki rolünün belirlenmesi önce o ekosistemin, dolayısıyla ekosferin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. Toprakta en çok bulunan canlılar Nematodlar olup pek çoğu Saprofaj'dır, bir kısmı bitki köklerini parazitlerken diğerleri bu iki grup ve bakterilerle beslenmektedir. Nematodlar da Akarlar ve Artropodalar tarafından tüketilmektedirler. Ekosistemlerin değerlendirilmesinde çok anlamlı bilgiler veren önemli bir yöntem olan karbon mineralizasyonu aracılığıyla organik madde dönüşümünün belirlenmesi, enerji akışının ortaya konmasında önemli bir yere sahiptir. Topraktaki mineralizasyon süreci, ekosistemi oluşturan tüm faktörlerin ortak ve eşzamanlı etkileri sonucu gerçekleşmektedir. Nematodların tarım alanındaki zararları bilinmesine rağmen organik maddenin döngüsündeki etkileri çok incelenmemiştir. Oysa hem bitki paraziti Nematodlar, hem de bakterilerle beslenenlerin organik madde birikim ve dönüşümünde etkilerinin olacağı açıktır. Bu çalışmada nematodların varlığı ekolojik olarak değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Organik madde, toprak, nematod, ekosistem, mineralizasyon

➢ *ORAL PRESENTATION*

Statik Yapısal Analizlerde ANSYS ve ABAQUS Programlarının Karşılaştırılması

Ethem Berkay ÇAĞLAR[1] (0000-0002-1698-2438), Mustafa ÜLGER[2] (0000-0001-9649-2334), Furkan YAKIN[3] (0000-0002-7471-6074), Zeynep GÜNTEKİN[4] (0000-0003-4367-477x)

[*1,2,3,4]CMS Jant Mak. San. A.Ş., Ar-Ge Merkezi, İzmir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: ECAGLAR@cms.com.tr

Özet

Sonlu elemanlar yöntemi (SEY), mühendislik problemlerinin çözümünde sıklıkla kullanılan bir sayısal analiz yöntemidir. SEY, yapı statiği, akışkanlar mekaniği ve ısı transferi problemlerinde yaygın olarak kullanılır; yöntem, özellikle iki veya üç boyutlu kısmi diferansiyel denklemleri ve sınır değer problemlerinin çözümünde uygulanır. SEY temel ve ileri seviye mukavemet formüllerine dayalı şekilde çalışmaktadır. Çözülen denklemler çoğunlukla benzer olmasına rağmen farklı sonlu elemanlar yazılımları, farklı problem tanımlama ve denklem çözüm sistemleri kullanmaktadır. Bu fark elde edilen sonuçlar ve çözüm süresi üzerinde etkili olabilmektedir. Sonlu elemanlar yazılımları, ürün geliştirme süreçlerinde numune üretimi öncesinde tasarımın doğrulanması adına aktif olarak sıkça kullanılmaktadır. En doğru sonuca en kısa sürede ulaşılması sürecin işleyişi açısından oldukça kritiktir. Çalışma kapsamında, sektörde kabul görmüş Ansys ve Abaqus sonlu elemanlar programları, sonuçlar arasındaki korelasyon ve çözüm süreleri açısından karşılaştırılmıştır. Her iki programda da statik yapısal modül kullanılarak jantların mekanik dayanımının belirlendiği dinamik viraj yorulması analizi hazırlanmış ve çözdürülmüştür. Analiz kurulum ve çözüm süreleri kayıt altına alınarak 12 farklı jant modeli üzerindeki 24 farklı sonuç karşılaştırılmıştır. Yapılan analizlerde sonuçların kabul edilebilir maksimum sapma yüzdesi %5 olarak belirlenmiştir. Belirlenen sapma değeri göz önünde bulundurulduğunda iki farklı sonuçta %5 değerinden fazla sapma görülmüştür. Farklı çıkan sonuçların kök nedeni araştırılmış, farkın tekillik sebebiyle ortaya çıktığı belirlenmiştir. Analizlerin çevrim süreleri incelendiğinde Ansys programının Abaqus'e kıyasla daha kısa sürede analizleri tamamladığı belirlenmiştir. Ürün geliştirme süreçlerine sonlu elemanlar analizlerinin entegre edilmesi noktasında fizibilite çalışmaları için teknik kazanımlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ANSYS, ABAQUS, Simülasyon.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Yamanaka Factors in Aquatic Animals

Semra KÜÇÜK* (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9299-5986)

Adnan Menderes University, Faculty of Agriculture, Department of Aquacultural Enginnering, South Campus, 09100, Aydın/Turkey

* Corresponding author e-mail: skucuk@adu.edu.tr

Abstract

Several fish species have been used as model organism for several technics. They have some advantages comparing with other vertebrates. They have higher fecundity, particularly larger eggs and embryos, rapid development. For example, zebra fish (*Danio rario*) is a small aquarium fish. They have higher genetic conservation than human genome. Their excellent vertebrate model system is convenient to study development, normal body function, and disease in genetical bases (Lin et al., 2016). The pluripotent stem cell research have been studing successfully on embryonic stem cells (ESC) of zebra fish in vitro (Evans and Kaufman, 1981; Collodi et al., 1992; Hong et al., 2014). Induced pluripotent stem cells (IPS) and "Yamanaka Factors" (core reprogramming factors) Oct3/4, Sox2, Klf4, and c-Myc are used. From last almost 10 years, Yamanaka factors, which are important 4 proteins are worked as drug-inducible expression of defined factors (Ho et al., 2011: Rinkevich, 2011). This IPS approach is studied largely on mammalian species and limited on non-mammalian species. In this study, it has been explained the definition and mechanism of yamanaka factors by using previous studies have been conducted about it.

Keywords: Fish, Yamamato factors, IPS, ESC

➢ *ORAL PRESENTATION*

Uyarılmış CH_4 gazının elastik olmayan çarpışmalardaki dönme gevşemesinin ve titreşimsel enerji transferlerinin incelenmesi

Sinan Erdoğan* (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8844-0761)

*Sakarya Üniversitesi, Adapazarı MYO, Mekatronik, Sakarya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: sinanerdogan@sakarya.edu.tr

Özet

Reaktiflerin ürünlere dönüştürülmesinde moleküler titreşimler önemli rol oynamaktadır. Titreşimsel olarak uyarılan türlerin reaksiyonları, yüksek sıcaklıkta yanma kimyasının modellenmesinde önemli olduğu kanıtlanmıştır ve kimyasal reaksiyonların hız sabitlerini etkileyebilir. Yıllar içerisinde kimyasal reaksiyonlarda titreşimlerin rolünü anlamaya yönelik çok çalışmalar yapılmıştır. Kuantum kimyasının gelişmesiyle birlikte, atom ve moleküllerin titreşim düzeyleri daha net belirlenmiştir. Ayrıca moleküllerin uyarılmış enerji düzeylerinin reaksiyonların oluşmasında, reaksiyon hızlarında ve aktivasyon enerji değerlerinin aşılmasında önemli görevler üstlendiği belirlenmiştir. Bu çalışmada, metan gazı ile bazı gazların elastik olmayan çarpışmalarında meydana gelen dönme gevşemesi ve titreşimsel enerji transferleri incelenmiştir. CH_4 reaksiyonunda titreşimlerin rolünün araştırması birkaç nedenden dolayı ilgi çekicidir. Metan gazı hidrokarbon yanma kimyasında önemli bir rol oynamasının yanı sıra, bir karbon atomuna tetrahedral olarak bağlanmış hidrojen atomlarının oluşturduğu bir molekülün en basit halidir. Metanın kızılötesi spektroskopisi de iyi karakterize edilmiştir. Lazer tabanlı teknikleri kullanarak, iyi tanımlanmış titreşim öz durumları hazırlamak mümkündür. Yapılan incelemeler, C–H gerilme uyarımının CH_4 reaksiyon oranını arttırdığını göstermektedir. Bu çalışmada, titreşimsel olarak üst enerji düzeylerine uyarılmış CH_4 gazının CH_4, H, H_2, He, Cl, N_2 gazlarıyla çarpışmaları incelenmiş ve reaksiyonları sonucunda oluşan ürünlerin enerji düzeyleri belirlenmiştir. Oda sıcaklığında hidrojen, nitrojenden daha etkili bir çarpışma ortağıdır ve metanın dönme gevşemesi için neredeyse kendisi kadar etkilidir. Hidrojen, metanın dönme gevşemesi için nitrojene benzer bir çarpışma ortağıdır. Uyarılmış seviyedeki moleküllerin azalması, nitrojende yaklaşık olarak hidrojende olduğu kadar hızlıdır. Oda sıcaklığında dönme gevşemesi, helyumla çarpışmalarda, hidrojen veya nitrojenle çarpışmalardan daha yavaş gerçekleştiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Metan, CH_4, titreşimsel spektroskopi, moleküler titreşim, dönme gevşemesi, titreşimsel enerji transferi

➢ *ORAL PRESENTATION*

Synthesis of Nanoplastics and in vitro the Toxicological Effects and Bioaccumulation

Hasan İlhan

Ordu University Faculty of Art and Science, department of chemistry, Ordu, Turkiye.

Corresponding author e-mail: ilhanhasan81@gmail.com

Abstract

Due of their environmental presence and potential health risks, nanoplastics have garnered attention in recent years. This research systematically analyzed nanoplastics' harmful effects on cells. The translocation, absorption, and release of additives and pollutants from nanoplastics in the Caco-2 cells body were discussed, as were their possible health risks. Nanoplastics can be consumed, collected, and passed along food systems. Nanoplastics disrupted metabolism, growth, and reproduction. Nanoplastics' surface chemical characteristics and particle size determined their toxicity. we examined the accumulation and potential effects of polystyrene nanoparticles (PSNPs) in undifferentiated Caco-2 cells (cell targets in ingestion exposures) after eight weeks of sub-toxic PSNP exposure. To sustain exposure, culture media was rotated every 2–3 days. Cytotoxicity, deregulation of stress-related genes, genotoxicity, oxidative DNA damage, and intracellular ROS were examined. This study may help us understand NP distribution in Caco-2 and assess their physiological dangers.

Keywords: Nanoplastics, Cell, toxicity.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Dynamic Vehicle Dispatching Using Parallel Multi Objectıve Optimization

Ozgu Turgut* (https://orcid.org/0000-0001-7677-1184)

*1 Bahcesehir University, Faculty of Economics, Department of Logistics Management, Istanbul, Turkey.

* Corresponding author e-mail: ozgu.turgut@gmail.com:

Abstract

Electric vehicles (EV) are an important portion of many logistics fleets such as car rental services or small-size cargo services. However, we cannot say the full transition is made to EVs for all of these businesses. Hence many of the companies are still running with heterogenous fleet types. This study is proposing a decision support mechanism for dispatching the vehicles considering three separate objectives: cost, emission, and service quality. Cost is formulated based on fuel consumption while emission formulation contains expressions of approximate distance traveled and emission factors. The last objective is formulated considering factors that can affect delivery time. In addition traffic congestion information is also incorporated into each objective function with different expressions using a common congestion indicator. The proposed model is generating a set of Pareto solutions instead of a single optimum due to the trade-off among the considered objectives. The novelty of the proposed work stems from the methodology that it uses to generate the solution set. That is, a parallel multi-objective optimization algorithm is being proposed to solve the mathematical model which guarantees Pareto optimality. The parallel nature of the method used is reducing the time required for solving the mathematical model without depending on extra resources, i.e. by using the existing nodes of a single laptop the algorithm is parallelized. In other words, the methodology can be used in fast decision-making processes of transportation planning without sacrificing optimality in return for a shorter solution time. Besides, it considers various aspects without requiring bounds on them, unlike the epsilon constraint method.

Keywords: Fleet, multi-objective, optimization, parallelization, transportation

➢ *ORAL PRESENTATION*

Gömülü Boruların Sismik Kırılganlıklarının İncelenmesi Sakarya İli Örneği

Muhammed Nedim ŞAHVELET[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0524-1930.)

[*1]Atatürk Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, Erzurum, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:msahvelet@atauni.edu.tr

Özet

1999 Marmara depremi sonrası Sakarya ili içme suyu şebekelerinin bir kısmında ciddi hasarlar oluşmuş, kanalizasyon şebekelerinin ise neredeyse tamamı hizmet veremez duruma gelmiştir. Bu çalışmada, Sakarya ili altyapı sistemlerinden; içme suyu temin ve dağıtım, kanalizasyon, yağmur suyu ve doğalgaz şebekelerinin büyük bir bölümünü oluşturan gömülü boruların sismik tehlikeler karşısındaki hasar görebilirlikleri, literatürdeki boru hasar görebilirlik metotları ile analiz edilmiştir. Gömülü boruların olası depremlere karşı hasar görebilirliklerinin analizinde kullanılan en büyük yer hızı, klasik olasılıksal deprem tehlike analizi yardımıyla belirlenmiştir. Hasar görebilirlik analizlerinde kullanılan zemin sınıfları, il genelinde 2044 adet noktadan alınan sismik veriler yardımıyla hesaplanmıştır.
Sakarya ili altyapı sistemlerinin boru envanteri oluşturulup tüm borulara coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla hasar görebilirlik parametreleri tanımlanmıştır. Boru hasar görebilirlik analizleri için literatürde sıklıkla kullanılan, HAZUS, Isoyama (2000), ALA (2001) ve Yoo, Kang ve Kim (2013) metotları kullanılmıştır. Analizler sonucunda tüm borular için hasar görebilirliği ifade eden hasar onarım oranları elde edilmiş ve borular hasar onarım oranlarına göre sınıflandırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda en büyük yer hızının yüksek olduğu, Adapazarı güneyi, Serdivan, Akyazı, Arifiye, Karapürçek, Erenler, Sapanca, Geyve ve Pamukova ilçelerindeki boruların büyük bir kısmının hasar görebilirlik seviyelerinin yüksek ve çok yüksek olduğu görülmüştür. İl kuzeyindeki Kaynarca, Karasu, Kocaali, Ferizli ve Söğütlü ilçelerindeki boru hatlarının düşük hasar görebilirliklere sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca içme suyu şebekelerinde kullanılan kırılgan yapıdaki asbestli çimento boruların hasar görebilirliklerinin çok yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Kanalizasyon ve yağmur suyu şebekelerinde ise kullanılan kırılgan yapıdaki beton ve betonarme boruların hasar görebilirlik seviyelerinin yüksek ve çok yüksek olduğu görülmüştür. Doğalgaz şebekelerinde kullanılan boru türlerinin duktil yapıda çelik ve polietilen olmasından dolayı diğer şebekelere göre daha güvenli olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Altyapı sistemleri, gömülü borular, sismik tehlike, hasar görebilirlik

➢ *ORAL PRESENTATION*

NbC, TiC ve Y_2O_3 takviyelerinin toz metalürjisi yöntemiyle üretilen alüminyum matrisli nanokompozitlerin faz dönüşüm sıcaklıklarına etkisi

Bekir Yavuzer[*1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8984-774X), Doğan Şimşek[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5509-9314)

[*]Beykent Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye
[2]Milli Savunma Üniversitesi, Kara Astsubay Meslek Yüksekokulu, Otomotiv Teknolojisi, Balıkesir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: bekiryavuzer@beykent.edu.tr

Özet

Bu çalışmada üretilen farklı takviye miktarlarına sahip A356 kompozitler mekanik öğütme yöntemi kullanılarak üretilmiştir. Deneysel çalışmada kullanılan AMK'lerin üretiminde matris malzemesi olarak ≤63 µm toz boyutunda A356 (Al-Si-Mg) alaşım tozu kullanılmıştır. Takviye fazı olarak NbC, TiC ve Y_2O_3 ağırlıkça %12 olarak A356 tozlarına ilave edilmiştir. Planeter tip değirmende çelik bilyeler ile yapılan mekanik öğütme işlemi sırasında cihaz 300 rpm hızında çalıştırılmıştır. Mekanik öğütme işlemi sonrasında, farklı boyut ve şekillerde toz parçacıkları olşumuştur. Küçük parçacıkların daha küresel olduğu, daha büyük toz parçacıklarının ise yassılaştığı anlaşılmıştır. Yüksek enerjili bilyeli öğütme işleminde, tozlar hem bilyelerin arasında hem de bilye-öğütme hücresi duvarı arasında kalarak deforme olmaktadırlar. Bu öğütme sisteminde alüminyum matris tozları sünek, takviye fazları ise gevrek özelliklerdedir ve öğütme esnasında sert olan takviye fazları alüminyum matrise batmaktadır. Bilyeler ve bilye-kap arasında kalan sünek Al matris tozları ezilerek yassılaşmaktadır. Süre arttıkça yassılaşan toz parçacıkları kırılarak toz tanelerinin boyutunda düşüşe neden olmuştur. Boyutu küçük olan toz taneleri ise soğuk kaynaklanarak daha büyük boyutlarda tozları meydana getirmişlerdir. Mekanik öğütme sonrasında, NbC ve Y_2O_3 takviyeli tozların birbirine yakın şekil ve boyutlara sahip olduğu görülmüştür. Ancak TiC takviyeli tozların boyutlarının daha kaba ve daha yassı olduğu anlaşılmıştır. XRD eğrilerinden, matris malzemesine ilave edilen takviye fazlarının yapıda bulunduğu ve yapıda ise Al_4C_3 fazının oluştuğu anlaşılmıştır. Mekanik etkilerle yeni bir fazın oluşması olgusu mekanokimyasal sentez olarak adlandırılmaktadır. A356 alaşımına katı yağlayıcı olarak ilave edilen grafit, mekanik etkilerle Al ile Al_4C_3 fazını oluşturmuştur. Bu fazın pikleri %12 Y_2O_3 (oksit) takviyeli Al matris kompozit malzemede de belirlenmiştir. Ancak TiC ve NbC (karbür) takviyeli kompozitlerde ise bu pikler görülmemiştir. DSC eğrilerinde, ergime başlamadan önce iki endotermik pikin varlığı görülmüştür. Al-Si ikili faz diyagramı göz önüne alındığında, sıcaklık artışı ile birlikte iki reaksiyonun olduğu anlaşılmıştır. İlk pik (düşük sıcaklık) ötektik Si fazının ergimesine karşılık gelmekte, ikinci pik (yüksek sıcaklık) ise Al'ce zengin dentritlerin ergimesidir.

Anahtar Kelimeler: Alüminyum Matris Kompozit, Toz Metalürjisi, XRD

➢ *ORAL PRESENTATION*

Reactions of spiro and ansa(N/O) ferrocenylcyclotetraphosphazenes with N/N donor type bidentate ligand

Arzu BİNİCİ* (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7470-4156)

*Republic of Turkey Ministry of Health, Ankara, Turkey

* Corresponding author e-mail: yetik.arzu@gmail.com

Abstract

Cyclophosphazenes, $(NPX_2)n$ (n=3, 4, 5.., X=halogens, inorganic/organic alkyl or aryl groups), are the well known heterocyclic inorganic compounds.[1] The reactions of hexachlorocyclotriphosphazene (HCCP, $N_3P_3Cl_6$) and octachlorocyclotetraphosphazene (OCCP, $N_4P_4Cl_8$) with monodentate reagents eg. primary and secondary amines, methoxides and phenoxides were investigated extensively.[2] Otherwise, reactions of HCCP with symmetrical and unsymmetrical bidentate reagents preferentially gave monospirocyclotriphosphazenes and dispiro and trispiro-cyclotriphosphazenes.[3] But, the studies of OCCP with bidentate reagents are very rare.

In this study, the reaction of tetramer (1), with an equimolar amount of sodium 3-(N-ferrocenylmethylamino)-1-propanoxide (L1) resulted in the formation of ferrocenyl-spiro-(2) and ferrocenyl-2-cis-4-dichloro-ansa-(3) cyclotetraphosphazenes. Spiro (2) and ansa (3) treated with excess N-methylpropylenediamine (2a and 3a). The synthesized compounds were purified by column chromatography technique. The structures of the compounds were verified by ESI-MS, FTIR, ^{1}H, ^{13}C NMR techniques.

Keywords: NMR spectroscopy, tetrameric phosphazenes, ferrocenylcyclotetraphosphazenes .

1- V. Chandrasekhar and A. Chakraborty, Organophosphorus Chem., Royal Society of Chemistry (RSC Publishing), 2021, vol. 50, pp. 429–466
2- L. Medjdoub and B. Mohammed, Bull. Chem. React. Eng.&Catal. 2016, 11, 151-160
3- S. Besli, S. J. Coles, D. B. Davies, A. Kılıç and R. A. Shaw, Dalton Trans., 2011, 40, 5307–5315

The author would like to thank Professors Zeynel Kılıç for his useful discussions on the spectroscopy studies.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Use of PVA/CS Nanofibers as Carrier in Catalase Immobilization to Improve the Stability Properties of Catalase

Ceyhun Işık[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6883-0180)

[*1]Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Muğla, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: cyhn87@yahoo.com

Abstract

Catalase catalyzes the breakdown of hydrogen peroxide into water and molecular oxygen. This enzyme, which is a tetramer, has a high turnover number and a protective feature against oxidative stress. It is found in all organisms and also has four porphyrin heme (iron) groups that allow catalase to catalyze hydrogen peroxide. It is an important enzyme used in many fields, especially in wastewater treatment, textile, pharmaceuticals, pharmaceuticals, paper production and food processing. The use of free enzymes in industry is limited because they are disposable and quickly affected by ambient conditions. Enzyme immobilization has a wide working area in industrial terms due to the many advantages it provides. One of the most important advantages of enzyme immobilization is their reuse. In addition, the stability properties of the enzyme can be improved due to the immobilization method and application technique.

In this study, catalase was immobilized onto polyvinyl alcohol (PVA)/chitosan (CS) nanofibers which were synthesized by electrospinning technique. Catalase was immobilized on to PVA/CS nanofibers by adsorption and crosslinking methods. For the optimization of catalase immobilization, the amount of catalase (1.25 mg/ml), the amount of nanofibers (12.5 mg), the adsorption time (25 min) and the amount of glutaraldehyde (4%) were investigated as basic parameters. The optimum temperature, thermal stability, optimum pH, pH stability, kinetic parameters and reusability parameters were investigated in the characterization of catalase immobilized nanofibers prepared under optimum conditions. As a result, it can be said that catalase immobilized PVA/CS nanofibers can be used for H_2O_2 removal in biomedical, textile and food applications, since PVA/CS nanofibers offer a large surface area for catalase immobilization and improve the stability properties of the enzyme.

Keywords: Catalase, immobilization, polyvinyl alcohol, chitosan, nanofiber, electrospinning.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Reactions of dispirocyclotetraphosphazenes containing bis(4-fluorobenzyl) pendant arms with difunctional ligands: structural and spectroscopic properties

Arzu BİNİCİ* (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7470-4156)

*Republic of Turkey Ministry of Health, Ankara, Turkey

* Corresponding author e-mail: yetik.arzu@gmail.com

Abstract

Halocyclophosphazenes, hexachlorocyclotetraphosphazene (trimer, HCCP, $N_3P_3Cl_6$) and octachlorocyclotetraphosphazene (tetramer, OCCP, $N_4P_4Cl_8$) have been used largely as the starting heterocyclic reagents for the preparation of the several substituted trimeric and tetrameric organocyclophosphazene derivatives [1-2]. Both starting reagents have been widely used in the preparation of trimeric and tetrameric phosphazenes substituted with a lot of mono- and multifunctional heterocyclic reagents [3]. But, since the number of Cl atoms is higher in tetrameric phosphazene than in trimeric phosphazene, the number of geometrical and optical isomers that can be formed is also higher as expected. Thence, the products formed from the reactions of the OCCP are more difficult to separate. On the other hand, although the product variety is more interesting, the studies on the OCCP are very limited [4].
The reactions of tetramer (1), with two equimolar amounts of N-(4-fluorobenzyl)-N'-ethylethane-1,2-diamine resulted in the formation of the starting compound (2) [4,4,8,8-tetrachloro-2-trans-6-bis-N-(4-fluorobenzyl)-N'-ethylethane-1,2-diaminocyclotetraphosphazene] in dry THF. The Cl substitution reactions of the starting compound 2 with excess amounts of N-methylpropylenediamine, N-ethylethylenediamine and N-methylethylenediamine gave the tetraspirocyclotetraphosphazenes 2a, 2b and 2c respectively. The structures of tetraspiro products (2a, 2b and 2c) were verified using various spectroscopic techniques (mass spectrometry (ESI-MS), FTIR, ^{1}H, ^{13}C NMR etc.).

Keywords: Spectroscopy, tetraspirocyclotetraphosphazenes, Cl replacement reactions.

1- Uslu, A., and Yeşilot, S., "Recent advances in the supramolecular assembly of cyclophosphazene derivatives", Dalton Transaction, (2021), DOI: 10.1039/D0DT04095A.
2- Binici, A., Okumuş, A., Elmas, G., Kılıç, Z., Ramazanoğlu, N., Açık, L., Şimşek, H., Tunalı, B. Ç., Türk, M., Güzel, R., and Hökelek, T.," Phosphorus–nitrogen compounds. Part 42. The comparative syntheses of 2-cis-4-ansa(N/O) and spiro(N/O) cyclotetraphosphazene derivatives: spectroscopic and crystallographic characterization, antituberculosis and cytotoxic activity studies", New Journal of Chemistry, (2019), 43, 6856-6873.
3- Medjdoub L., Mohammed B., New method for nucleophilic substitution on hexachlorocyclotriphosphazene by allylamine using an algerian proton exchanged montmorillonite clay (Maghnite-H+) as a green solid catalyst, Bull. Chem. React. Eng.&Catal., 11(2) (2016) 151- 160.
4- Elmas G., Okumuş A., Sevinç P., Kılıç Z., Açık L., Atalan M., Türk M., Deniz G., Hökelek T., Phosphorus–nitrogen compounds. Part 37. Syntheses and structural characterizations, biological activities of mono and bis (4- fluorobenzyl) spirocyclotetraphosphazenes, New J. Chem., 41 (13) (2017) 5818-5835.

The author would like to thank Professors Zeynel Kılıç for his useful discussions on the spectroscopy studies.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Evaluating the risks of marine turbocharger failure using fuzzy fault tree analysis method

Cagatay Serce[1*] (https://orcid.org/0000-0002-8498-0506), Gizem Elidolu[2] (https://orcid.org/0000-0001-8995-1694), Yasin Arslanoglu[3] (https://orcid.org/0000-0002-9492-2975)

[1,2,3] Istanbul Technical University, Maritime Faculty, Department of Maritime Transportation Engineering, Istanbul, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: sercec@itu.edu.tr

Abstract

Various energy efficiency applications and systems have been developed in the maritime sector due to environmental concerns. One of the energy-efficient implementations is the use of marine engine turbocharging systems. These systems use the waste heat and kinetic energy in the exhaust gas that is created as a result of combustion in the cylinders, allowing the relatively high-pressure combustion air with high oxygen content as a mass to be filled into the cylinders. The continuous energy recovery depends on running the system without failures. This study aims to analyze the potential failures of the marine turbocharger system. In a fault tree diagram, a total of 12 basic events are categorized under a top event: the mechanical failure of the marine turbocharger system. Expert opinions are utilized for the initial analysis of risks during every basic event. Accordingly, fuzzy logic is integrated into fault tree analysis to quantify the basic event probabilities since it is a widely used and practical method to deal with uncertainty. Based on the results, the failures with the highest probability are evaluated, and corrective actions and preventative maintenance procedures are presented to eliminate these threats. The study aims to contribute valuable perspectives to maritime professionals concerning the efficient use of turbocharger systems and also raise awareness about the idea of energy recovery in the maritime industry.

Keywords: Risk assessment, Energy efficiency, Fault tree analysis, Fuzzy logic, Marine turbocharger system.

➢ *ORAL PRESENTATION*

MALDI-TOF Kütle Spektrometrisi ile Terapötik Monoklonal Antikorların Endojen M-proteininden Ayırt Edilmesi

Zelal Zuhal Kaya[1,*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1415-3708), Fehime Benli Aksungar[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7954-7177), Mustafa Erinç Sitar[3] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5114-8660), Meltem Kilercik[2,4] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6837-8892), Mustafa Serteser[2,4] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7868-7613), Ahmet Tarık Baykal[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8814-7351)

[1]Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya ve Moleküler Biyoloji Bölümü, İstanbul, Türkiye.
[2]Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Bölümü, İstanbul, Türkiye.
[3] Maltepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Bölümü, İstanbul, Türkiye.
[4]Acibadem Labmed Klinik Laboratuvarları, İstanbul, Türkiye.

*Sorumlu yazar e-mail: zelalzuhalkaya@gmail.com

Özet

Terapötik IgG kappa monoklonal antikorları olan Daratumumab ve Denosumab, endojen monoklonal gammopati ile giden hastalıklarda tedavide kullanılmaktadır. Bununla birlikte, IgG kappa monoklonal antikoru olan daratumumab ve denosumab'ın moleküler ağırlığı, endojen M-proteinininkine benzerdir. Bu nedenle tedavi takiplerinde kullanılan serum protein elektroforezi (SPEP) ve immünofiksasyon elektroforezi (IFE) ile IgG kappa M-proteininden ayırt edilemez. Özellikle IgG kappa M-proteinleri olan hastalarda terapötik yanıtın yanlış değerlendirilmesine neden olan yanlış pozitif saptamaya yol açabilir. Bu çalışmada, IgG kappa M-proteinini terapötik antikorlar olan Daratumumab ve Denosumab kullanan hastalardan ayırt etmek için yüksek çözünürlüklü MALDI-TOF-MS yöntemiyle birleştirilmiş mikro-tip afinite kromatografi yönteminin kombinasyonun kullanılmasını amaçladık. Çalışmada, MALDI-TOF MS cihazının teşhis konsantrasyonun belirlenmesi için IgG kappa M-proteini olan iki hastaya ilaçların terapötik seviyeleri eklenerek analiz edildi. MALDI-TOF MS yöntemi ile terapötik antikor kullanan iki hastanın serum örnekleri analiz edildi. Yöntemin performansı SPEP ve IFE sonuçları ile kıyaslandı. IgG kappa M-proteinlerini terapötik antikorlardan ayırmak için hafif zincir m/z değerleri kullanıldı. Hafif zincir pikleri arasındaki kütle farkları, ilaç etkileşimini belirlemek için hesaplandı. MALDI-TOF MS analizi sonucunda, Daratumumab ve Denosumab kullanan hastalar, IgG kappa M-proteinine sahip hastalardan kolaylıkla ayırt edilebildi**.** Bu çalışma ile MALDI-TOF MS'in, Daratumumab ve Denosumab'u endojen M-proteinlerinden ayırt etmek için immünofiksasyona kıyasla daha fazla özgüllük sunduğu gösterilmiştir. Bu nedenle, MALDI-TOF-MS temelli platformun, monoklonal antikorlarla tedavi edilen hastaların tedavi takiplerinde daha düşük maliyetli, daha hızlı ve daha hassas bir analitik yöntem olduğunu düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: MALDI-TOF kütle spektrometri, Mikro-tip afinite kromatografi, Daratumumab, Denosumab, IgG kappa

➢ *ORAL PRESENTATION*

Yük ve sıkışıklık yönetimi amacıyla araçtan-şebekeye (V2G) şarj istasyonu ile şebeke yönetimi platformu tasarımı ve geliştirilmesi

Ertuğrul Özer[1](ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1182-1897), Canan Şişman Korkmaz2(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6394-2319)

[1]İnavitas Ar-Ge Merkezi, Ankara, Türkiye
[2]Endoks Ar-Ge Merkezi, Ankara, Türkiye

Sorumlu yazar e-mail: ertugrul.ozer@inavitas.com

Özet

Son yıllarda elektrikli araç devriminin iyiden iyiye kendini göstermesi ile enerji sektöründeki alışkanlıklar ve iş modellerindeki değişim kaçınılmaz olmuştur. İletişim ve bilgi teknolojileri alanında yaşanan gelişmeler ile elektrik tüketicilerinin de esnek, mobil ve hızlı hizmet alabilmeleri mümkün hale gelmiş olup, bu konudaki tüketici talebi gün geçtikçe artmaktadır. Bununla birlikte, yenilenebilir enerji üretiminin yaygınlaşması ile elektrik dağıtım sistemine sadece tüketici olarak katılmakta olan bireysel son kullanıcılar yerini hem tüketici hem de üretici olarak katılım sağlayan üreten tüketicilere bırakmaktadır. Elektrik dağıtım sisteminde üreten tüketicilerin ve elektrikli araçların yaygınlaşması ile sistemdeki güç ve gerilim dalgalanmaları belirginleşmeye başlamış olup çözülmesi gereken bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada enerji depolama birimleri, güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi santrallerinin ve elektrikli araçlarının getirdiği problemlerden olan güç ve gerilim dalgalanmalarını yönetebilmek için kullanılan önemli bir enstrümandır. Söz konusu problemlere çözüm olması amacıyla gün geçtikçe yaygınlaşan elektrikli araçların bataryalarının sağlayabileceği esnek kapasiteyi kullanmak için "Araçtan şebekeye (V2G) şarj istasyonları" teknolojisi ve bu teknolojiyi destekleyen elektrikli araçlar ortaya çıkmıştır. Şebekede enerji tüketiminin en yüksek olduğu puant zamanlarda, şebekede oluşan kısıtlılığın yönetilebilmesi için esnek kapasite yaratabilecek "Araçtan Şebekeye (V2G)" elektrikli şarj istasyonlarının piyasaya katılabilmesi ve araçtan şebekeye ve şebekeden araca çift yönlü enerji akışına olanak sağlayarak şebekedeki yük ve sıkışıklığı yönetebilecek merkezi bir sistemin geliştirilmesi amacıyla firmamız tarafından "Yük ve Sıkışıklık Yönetimi Amacıyla Araçtan-Şebekeye (V2G) Şarj İstasyonu Donanımı ile Şebeke Yönetimi Platformu Tasarımı ve Geliştirilmesi Projesi" gerçekleştirilmektedir. Proje kapsamında şebeke yük ve sıkışıklık yönetimi amacıyla geliştirilmekte olan araçtan şebekeye (V2G) merkezi yönetim sistemi optimizasyon problemine çözüm yöntemlerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Proje kapsamında, bahsi geçen optimizasyon probleminin çözümü için yaklaşımlar geliştirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Araçtan Şebekeye (V2G), Elektrikli Araç Şarj İstasyonu, Optimizasyon, Puant Zaman

➢ *ORAL PRESENTATION*

Bulanık Dematel Yöntemi İle Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Belirlenmesi- Tekstil Sektöründe Uygulama

Şeyda Taşkınırmak[1*] (ORCID: 0000-0003-2012-0352)

[1]Fen Bilimleri/Mühendislik Fakültesi/Endüstri Mühendisliği, Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Adana, Türkiye

[*]Sorumlu yazar e-mail: scelikcan@atu.edu.tr

Özet

Tekstil sektöründe tedarikçi seçimi üretilen ürünün satış hedeflerinin gerçekleşebilmesi için büyük önem taşımaktadır. Çalışma tekstil sektöründe gömlek, pantolon ve takım elbise üretimi yapan orta ölçekli bir firmada yapılmıştır. Tedarikçi seçimi açısından firmanın bulunduğu bölgede fazla sayıda çeşitlilik göstermektedir. Tedarikçi çeşitliliği hammaddeye ulaşmanın daha kolay olmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte kumaş seçiminde alternatiflerin çoğalması ile üreticiye fayda sağlamaktadır. Ayrıca tedarikçi sayısının ve çeşitliliğinin fazla olması rekabeti arttırmaktadır. Bu durum ürünün fiyatlarına da yansıyabilmektedir. Son yıllarda müşterilerin değişen talepleri ile firma tedarikçi seçim politikalarını değiştirmek istemektedir. Bunun için; fiyat, kalite, tasarım ve termin süresi olarak dört ana tedarikçi seçim kriteri belirlenmiştir. Firma yetkilileri bu seçimlerin önem sırasını elde ederek tedarikçi seçimlerinde en öncelikli kriterlerini belirlemek istemektedir. Bu çalışmada, tekstil sektöründe tedarikçi seçimini etkileyen faktörleri ve bu faktörlerden etkilenen kriterlerin belirlenmesi ve kriterlerin önem sıralamasına göre sıralanması amacıyla, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan DEMATEL yöntemi ele alınmıştır. Ayrıca karar almadaki belirsizliğin üstesinden gelebilmek ve insan yargılarının da nitel değerlerle değerlendirilebilmesi amacıyla, DEMATEL yönteminde bulanık küme teorisinden faydalanılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde, tedarikçi seçim problemlerini ele alan literatür çalışmalarına yer verilmiştir. Çok kriterli karar verme tekniklerinden faydalanarak yapılan çalışmalara değinilmiştir. İkinci bölümde bulanık DEMATEL yönteminin adımlarından bahsedilerek uygulamada kullanılan eşitlikler belirtilmiştir. Daha sonra orta ölçekli bir tekstil firmasında örnek uygulama çalışması yapılarak sonuçlar ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler- Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri, Tekstil, Bulanık DEMATEL

➢ *ORAL PRESENTATION*

Source Apportionment of Metal Pollution of Soil in Istanbul, Türkiye

Fatma Öztürk[1*], Yakup Kalaycı[2], Melek Keleş[1], Banu Çetin[3]

[*1]Bolu Abant Izzet Baysal University, Faculty of Engineering, Environmental Engineering Department, Bolu, Türkiye
[2]Turkish Atomic Energy Authority, Sarayköy Nuclear Research and Training Center, Ankara, Türkiye
[3]Gebze Technical University, Faculty of Engineering, Environmental Engineering Department, Gebze, Türkiye

*Corresponding Author Email Address: oztfatma@gmail.com

Abstract

The major sources of urban pollution are rapid population growth, traffic emissions, municipal waste disposal and industry. Metal pollution in the environment is of particular global concern since they have low biodegradability and they are toxic to human, animals and plants. Soil is a well-known source of metals to atmosphere, biota and hydrosphere. In addition, it is also considered as a sink since human-induced metals enter to soil ecosystem from atmosphere by dry and wet deposition. In addition to atmospheric input, fertilizer/pesticide application, irrigation with wastewater and direct discharge of wastes are also contaminating the soil in terms of metals. Istanbul is one of the mega-cities in the Eastern Mediterranean. The population of the city is 15.5 million, which corresponds to 19 % population of Turkey. In parallel to the population, 17 % of total vehicles in Turkey registered to this city. It has been previously reported that the chemical composition of soil is affected by atmospheric deposition in Istanbul. In addition, traffic emissions and industrial releases are the main sources leading to metal pollution in the urban soil of Istanbul. Though there are other studies performed for the city to determine the levels of metals, the number of soil samples and parameters evaluated in these studies were few that limits the comprehensive assessment of soil pollution. The major drawback of this limitation is that effective mitigation strategies could not be developed for this mega-city until now. The main objectives of this study are (1) to find the levels of metals in the urban soil, (2) to identify the main sources affecting these metals. To our best knowledge, this study is the most comprehensive one reporting the soil pollution in terms of metals for the megacity of İstanbul. In order to achieve these objectives, a total of 88-soil samples (0-10 cm depth from soil surface) were collected in September, October, November and December 2014 at 22 different sampling points in Istanbul. Collected samples were analyzed in terms of metals by using WDXRF. Positive Matrix Factorization (PMF) resolved six different factors affecting the soil composition in Istanbul.

Keywords: Soil, Metal, Istanbul, PMF

➢ *ORAL PRESENTATION*

Abort görülen atlarda bakteriyel etkenlerin araştırılması

Bülent Baş (0000-0001-9992-8738)

Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Ankara, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: fbulentbas27@gmail.com

Özet

At yetiştiriciliğinde üreme komplikasyonları ve yavru atımı (abortus) önemli ekonomik kayıplar arasında yer almaktadır. Özellikle yarış atlarında bu durum çok daha ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Atlarda abortlara sebep olan birçok bakteriyel, viral ve fungal etkenler mevcuttur. Bu çalışmada, abort yapmış 64 adet atın plasenta ve vaginal akıntı svaplarında konvansiyonel yöntemlerle bakteriyel ajanlar araştırılmıştır. Toplam 64 hayvana ait numunelerden 50 (% 78.1) tanesinde bakteriyel üreme gözlenmiştir. 23 örnekte *Streptococcus spp.-Escherichiacoli, 1 örnekte Staphylococcus spp.-Escherichia coli* beraber izole edilmiştir. *Streptococcus spp. Escherichia coli* ve *Staphylococcus spp*. sırasıyla 12, 12 ve 2 adet örnekte izole edilmiştir. Yapılan bu çalışmada reprodüksiyonun devamı için bakteriyel abort etkenlerinin araştırılması ve biyogüvenlik tedbirlerinin alınmasının gerekliliğinin vurgulanması amaçlanmıştır. Abort geçmişi olan atların çiftleştirilmeden önce rahminden sürüntü alınarak bakteri varlığının araştırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Abort, At, Bakteri

➢ *ORAL PRESENTATION*

Şebin Cevizi (*Juglans regia*) Ağaç Yapraklarından Gümüş Nanopartiküller: Yeşil Sentezi ve Antioksidan, Antibakteriyel ve Fotokatalitik Aktiviteleri

Suat Asadov[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7204-9028), Betül Gürünlü[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4437-3872)

[*1]Üsküdar Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Istanbul, Türkiye.

*Sorumlu yazar e-posta: suat.asadov@st.uskudar.edu.tr

Özet

Bu çalışmada kullanılan ceviz yaprağı örnekleri Giresun İli, Şebinkarahisar ilçesi, Çileder Mahallesi, Çakır Köyü'nden toplanmıştır. Bu çalışmada Şebin Cevizinden (Juglans Regia) elde edilen ceviz yapraklarını kullandık. Yapraklar inkübatörde 37-40 ◦C sıcaklıkta kurutulmuştur. Kurutulan yapraklar kaynayan suya konularak özütleri çıkarılmıştır. Daha sonra süzülmüştür. Elde edilen ekstrakt $AgNO_3$ ile çözeltisi ile 90◦C'de 15 dk boyunca karıştırılmıştır. Çözeltide açık sarıdan kırımızı renge dönüşümü gözlenerek gümüş nanoparçacık sentezlendiği anlaşılmıştır. Daha sonra Şebin cevizi yapraklarından sentezlenen gümüş nanoparçacıklara (Y-AgNP) UV-vis, FT-IR ve DLS parçacık boyutu ve zeta potansiyel analizleri yaopılmıştır. UV-vis test sonuçlarına göre sentezlenen Y-AgNP'ler 439.4 nm dalgaboyunda karakteristik gümüş nanoparçacık pikini vermiştir. FT-IR sonuçlarına göre ise Y-AgNP'ler, -OH ve –C=O bağları için 3274.54 ve 1631.48 cm^{-1} dalga boyunda pikler vermiştir. DLS test sonuçlarına göre ise sentezlenen Y-AgNP'lerin 85.06 nm parçacık boyutu ve -27 mV zeta potansiyel değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Folin-Ciocalteu yöntemi sonuçlarına göre Y-AgNP'ler için mükemmel korelasyon katsayısı (R^2) değeri 0,9552 olarak bulunmuştur. S-AgNP miktarı 5 kat arttırıldığında DPPH konsantrasyonu %27,61 azalmıştır. Sıvı bakteri kültürleriyle yapılan antioksidan etki testlerinde 0.7 ml Y-AgNP örneği *E.coli*'nin büyüme oranını %55'ten %1'e indirgerken, 2,7 ml Y-AgNP örneği *S. aureus*'un büyümesini %30'tan %4,4'e indirgemiştir. 0,9 ml Y-AgNP örneği kullanıldığında katı bakteri kültürlerinde *E. coli* için 0,48 cm^2, *S. aureus* katı bakteri kültüründe ise 0,7 ml Y-AgNP için 0,48 cm^2 alanda bakteri ölümü gözlemlendi. Metilen mavisi (MM), UV-vis analizi sonucu 636 nm ve 666 nm dalgaboyunda parçalı bir pik göztermiştir. Ek olarak, Y-AgNP'lerin fotokatalitik aktivite testleri, nanopartiküllerin sağladığı en büyük MM boya bozunma yüzdesinin 60 dakika sonra %7,98 olarak elde edildiğini ortaya koymuştur.

Anahtar kelimeler: Şebin, ceviz, yaprak, gümüş nanoparçacık, antioksidan, antibakteriyel

➢ *ORAL PRESENTATION*

Application of Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) on an Adsorption Process

Esat Sinan ALTIN[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8585-1415), Ilkur KUCUK[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9203-0693) , Dilek DURANOGLU DINCER[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7025-3359)

[*1]Yildiz Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Chemical Engineering Department, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: esatsinanaltin96@gmail.com

Abstract

The Adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) is an artificial intelligence program which makes soft computations depending on experimental data set. Soft computations can be used to approximate complex calculations, simplifying the process. There are different types of equations and mathematical rules used to identify mechanism behind all reactions and processes. It takes resources and time to understand the mechanisms behind each interaction in a complex experiment media. With ANFIS, results can be achieved more quickly and with less computing resources than when using all equations and mathematical principles.

In this present study ANFIS was used to simulate to adsorption of chromium ions onto an adsorbent. Experimental adsorption data sets were divided into two groups as training and test groups. The training group was used to form the rules in ANFIS program, and the control group was used to calculate errors. Data sets are consisting of initial concentration, pH and temperature as input, and adsorption percentage as output. Main challenge of using ANFIS is to create a base of functions then use data set to shape these base functions and obtain final model. ANFIS has a base that is constructed with membership functions (MF) and number of MF. This base is supplied with data, and functions are modified. To enhance the model, the proper number and type of MF must be chosen depending on the base model approach of the ANFIS adjustments.

Applications are carried out as trial and error. Results show that with correct approach to MF and number of MF, theoretical estimations can be done quickly. Experiments shows ANFIS is applicable to complicated and rather non-complicated data sets can used to obtain a satisfying result as low as 2% error for test data set.

Keywords: ANFIS, MATLAB, Modelling, Adsorption, Membership function.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Kontrollu ilaç salım sistemlerinde kullanılmak üzere albümin mikroküre sentez yöntemlerinin karşılaştırılması

Şuheda Tabaru[1] (https://orcid.org/0000-0002-5141-425X), Aydan Gülsu[1*] (https://orcid.org/0000-0001-5026-6868), Fatma Ayhan [2] (https://orcid.org/0000-0003-2220-4496)

[1]MSKU, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Muğla, Türkiye
[2]MSKU, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Muğla, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: gaydan@mu.edu.tr

Özet

Geleneksel ilaç kullanımında, ilaçların sık ve tekrarlanan dozda kullanımı, hastanın yaşam kalitesini düşürmekte, ayrıca etken maddenin yeterli miktarın altına düşmesi veya toksik düzeyin üstüne çıkması sonucu istenmeyen durumlar gerçekleşebilmektedir. Kontrollü salım sistemleri ile etken maddenin salım hızının önceden tahmin edilebildiği, ilaç kullanım aralığının uzadığı, yan ve toksik etkilerin azaltıldığı taşıyıcı sistemler hazırlanabilmektedir. Son yıllarda biyoparçalanabilir, biyouyumlu doğal, sentetik veya doğal/sentetik kombine polimer karışımlarından, fiziksel, kimyasal ve immünolojik özellikleri istenen biçimde, nano/mikro boyutta elde edilebilen taşıyıcı sistemler çeşitli biyomedikal uygulamalarda kullanım alanı bulmaktadır. Doğal biyopolimerlerden biri olan albüminden elde edilen taşıyıcı sistemleri, iyi etken madde yükleme kapasitesine sahip olması, biyouyumlu ve retiküloendoteliyal sistem tarafından tutulmanın daha düşük olmasından dolayı en çok tercih edilen polimerik biyomalzemelerin başında gelmektedir.
Non Steroidal Antiinflumatuar İlaçların (NSAİİ) gastrointestinal sistemde lokal yan etkilere neden olduğu bilinmektedir. Çalışmada bu grup ilaçların oral yoldan alımı yerine, intravenöz uygulamaları için, 7µm ve altında NSAİİ grubu ilaçların yan etkilerinin azaltılması, kontrollü ve etkin salımına yönelik albümin taşıyıcı sistem tasarımı amaçlanmıştır. Bu amaçla albümin mikroküreler, protein jelleştirme yöntemi, çoklu emülsiyon polimerizasyon yöntemi ve emülsifikasyon-ısı stabilizasyon metodu gibi üç farklı albümin mikroküre hazırlama yöntemi ile, ayrıca her bir yöntemdeki bazı parametreler değiştirilerek sentezlenmiştir. Sentezlenen mikrokürelerin boy/boy dağılım analizi yapılmıştır. Buna göre protein jelleştirme yöntemi ile %70'i 2.5-10 µm aralığında, çoklu emülsiyon polimerizasyon yöntemi ile yaklaşık %70'i 0.3-0.7 µm aralığında albümin mikroküreler elde edilmiştir. Emülsifikasyon-ısı stabilizasyon metodu ile ise, partiküllerin agregasyonu sonucu, istenen küresel form ve boyutta albümin mikroküre elde edilememiştir.

Anahtar Kelimeler: Protein jelleştirme yöntemi, çoklu emülsiyon polimerizasyon yöntemi, albümin mikroküre, kontrollü ilaç salım sistemleri

➢ *ORAL PRESENTATION*

Powder Metallurgical Fabrcation and Characterization of Commercial Graphene (GNP) Reinforced Al-5.5 wt. % Cu-0.5 wt. % Mn Composites

Berk Şenyurt[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9904-8885), Kübra Çankaya[1](ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4644-2851), Nazlı Akçamlı[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8638-3756)

[*1]Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Metallurgy and Materials Engineering, Bursa, Turkey.

*Corresponding author e-mail: berk.senyurt@btu.edu.tr

Abstract

Aluminum-matrix composites (AMCs) are highly demanded materials due to their lightweight, good strength, corrosion and wear resistance properties. Among all the reinforcement materials used for AMCs, graphene has very promising properties such as superior strength and thermal conductivity. In this study, Al- 5.5 wt % Cu- 0.5 wt % Mn alloys with commercial GNP reinforcement (0, 0.5, 1, 2 and 5 wt %) were synthesized via powder metallurgy method which includes subsequent events of high-energy ball milling, cold pressing under 600 MPa and sintering 580ºC for 2 hours. The effect of milling duration and GNP amounts were investigated for both powder and bulk specimens. Microstructural characterization and phase analyses of the prepared composite powders and bulk samples were carried out by X-Ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM)/energy dispersive spectroscopy (EDS) techniques. Archimedes Density Method were applied to the bulk samples to calculate the densification rates. Microhardness tests of sintered composites were measured via a microhardness tester by applying 100 g load for 15 s.

Keywords: Powder Metallurgy, Mechanical Alloying, Aluminum-Matrix Composites, Graphene.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Investigation of the cytotoxic and apoptotic effect of 6-gingerol in MCF-7 (breast) and A549 (lung) cell lines

Özlem TOMSUK[1]* (https://orcid.org/0000-0001-7201-686X), Onur UYSAL[1-2] (https://orcid.org/0000-0001-6800-5607), Varol ŞAHİNTÜRK[3] (https://orcid.org/0000-0003-2317-3644), Ayla EKER SARIBOYACI[1-2] (https://orcid.org/0000-0003-4536-9859), Sibel GÜNEŞ BAĞIŞ[1-2] (https://orcid.org/0000-0003-0202-5052), Merve Nur SOYKAN[1-2] (https://orcid.org/0000-0003-1231-9791)

[*1]Eskisehir Osmangazi University, Cellular Therapy and Stem Cell Production Application and Research Centre, (ESTEM), Eskisehir, Turkey.
[2]Eskisehir Osmangazi University, Department of Stem Cell, Institute of Health Sciences, Eskisehir, Turkey.
[3]Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Eskişehir

*Corresponding author e-mail: ozlem.tomsuk@gmail.com

Abstract

Cancer is a leading cause of death worldwide, accounting for almost 10 million cancer deaths occurred in 2020 or nearly one in six deaths according to estimates from WHO reports. Despite the advances in cancer treatment in recent years, cancer still emerges as an important public health problem. New pharmaceutical products derived from natural active ingredients have been used in cancer treatment in recent years. 6-gingerol (6G) is one of the active ingredients of ginger. Antioxidant, antitumorigenic and anti-inflammatory effects have been reported in many articles in the literature. In this study, the apoptotic and cytotoxic effect of 6-gingerol on MCF-7 and A549 cells were investigated. First of all, the effective doses of 6G in MCF-7 and A549 were investigated by various cytotoxicity tests. Then, the study was deepened using H&E, AO/EB and LDH methods. Accordingly, 6G has cytotoxic and apoptotic effects in MCF-7 and A549 cells. In this study, the effect of certain doses of 6G were presented in detail to the literature. In conclusion, this study has the potential to encourage the development of new drugs based on breast and lung cancer cells. This study was supported by grant (ESOGU/ 2021724 and ESOGU/20182317) from the Scientific Research Projects Coordination Unit of Eskisehir Osmangazi University (ESOGU-BAP).

Keywords: 6-gingerol, apoptosis, anticancer, cytotoxicity, MCF-7, A549.

➢ *ORAL PRESENTATION*

PHAR proses kullanılarak hidroklorik asit geri kazanımı

Cansu Güler*[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2676-0203), Yunus Emre Belet[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0314-2672)

*[1]Sistemas Teknoloji ve Sistem Üretimi, İzmir, Türkiye
[2]Sistemas Teknoloji ve Sistem Üretimi, İzmir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: c.guler@sistemas.web.tr

Özet

Asit ile yüzey temizleme, metal yüzeyler üzerindeki pas ve metal oksit gibi safsızlıkların, yüzey temizleme çözeltileri olarak adlandırılan güçlü mineral asitleri ile temizlenmesi işlemidir. Bu işlemde, çelik yüzeyindeki safsızlıklar, FeO, Fe_2O_3 ve Fe_3O_4 gibi metal oksitler, sülfürik asit (H_2SO_4) ya da hidroklorik asit (HCl) kullanılarak temizlenir. Ancak demir-çelik sektöründe genellikle HCl tercih edilmektedir. Bunun nedeni ise HCl'in H_2SO_4'e göre daha yüksek temizleme hızına ve verimine sahip olmasıdır.

Yüzey temizleme işlemi sırasında yüzeydeki safsızlıklar HCl ile reaksiyona girerek demir (II) klorür ($FeCl_2$) oluşturur. İşlem devam ettikçe çözeltideki asit tükenmeye ve demir bileşikleri artmaya başlar. Belirli bir noktadan sonra ise yüzey temizleme işlemi verimsiz hale gelir. İşlevselliğini yitiren bu çürük asit çözeltisi boşaltılır ve tanklar temiz asit ile tekrar doldurulur. Ancak bu değişim esnasında yaşanan zaman kaybı ve gereken iş gücü sistem için büyük bir kayıptır. Bu nedenle kullanılacak asitin geri kazanılması demir-çelik sektörü için önem kazanmaktadır.

Mevcut çalışma ile sistemde atık çözelti olmaması ve asitin geri kazanılarak tekrar proseste kullanılması amaçlanmaktadır. Böylece bertaraf ve nötralizasyon maliyetleri ortadan kalkacak, asit geri kazanıldığı için temiz asit ihtiyacı azalacaktır. Yüzey temizleme tanklarındaki ideal ve sabit asit/demir konsantrasyonları sayesinde temizleme hızı ve kalitesi artacaktır. Ayrıca ek olarak asit ile birlikte temiz su da geri kazanılmış olacak, işletme maliyetleri düşecek ve firmanın rekabet gücünü artıracak, katma değeri yüksek bir yan ürün elde edilmesi sağlanacaktır. Bunların dışında, atık çözelti olmayacağı için çevre dostu bir sistem olacaktır.

İşlemde, havuzlardan alınan çürük asit çözeltisi ile H_2SO_4'ün ceketli bir reaktörde reaksiyona girerek demir (II) sülfat ($FeSO_4$) oluşturması sağlanır. Daha sonra kristalizatöre beslenen bu çözelti (-17°C)- (+1°C) aralığında soğutulur. Kristalizatörden çıkan karışım, geri kazanılan HCl ve yan ürün kristallerinin ayrılmasını sağlayacak katı-sıvı ayırma sistemine beslenir. Böylece HCl, yüzey temizleme havuzlarına geri beslenerek havuzların konsantrasyonunun sabit kalması sağlanacaktır. Elde edilen $FeSO_4.7H_2O$'nun ise firmaya maddi katkısı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Çevreci sistemler, geri kazanım, HCl

➢ *ORAL PRESENTATION*

Yüksek ürün ve enerji verimliliği ile rafine tuz üretimi

Çiçek Aksoy*[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0592-9770), Cansu Güler[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2676-0203), Yunus Emre Belet[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0314-2672)

[1]Sistemas Teknoloji ve Sistem Üretimi, İzmir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: c.aksoy@sistemas.web.tr

Özet

Tuz en eski çağlardan beri insanlık için çok önemli bir malzeme olmuştur. Yüzyıllar boyunca insanoğlunun peşinden koştuğu tuz, ilaç sektörü, kimya sektörü ve gıda sektörü dahil olmak üzere yaklaşık on dört bin çeşit alanda kullanılmaktadır.

Tuz doğada istenen saflıkta ve kalitede bulunmamaktadır. Ancak gıda ve kimya endüstrisinde kullanılacak olan tuzun belirli bir saflıkta olması gerekmektedir. Bunun için deniz, göl ya da kaya gibi kaynaklardan elde edilen ham tuz bir dizi işlemden geçirilerek rafine hale getirilir.

Rafine tuz üretiminde tercih edilen en yaygın yöntem rekristalizasyon yöntemidir. Bu yöntemde, kaynaktan alınan ham tuz prosese hazır hale getirilmek üzere boyut küçültme, çözdürme ve safsızlıklarından arındırma gibi işlemlerden geçirilir. Sonrasında sulu tuz çözeltisi çok kademeli evaporasyon işlemine tabi tutulur. Evaporasyon sonucunda elde edilen katı-sıvı fazdaki ürün, ayırma işlemlerinden geçirilerek rafine tuz elde edilir.

Mevcut çalışma yaygın olarak kullanılan rekristalizasyon yöntemini kullanırken sıfır tuz kaybı ve maksimum enerji verimliliği ile rafine tuz üretimini amaçlamaktadır. Enerji kaybını önlemek amacıyla son kademe evaporatörde dışarı atılan buhar, termal (TVR) ya da mekanik (MVR) buhar sıkıştırma teknolojisi kullanılarak sisteme tekrar beslenmektedir. Ek olarak, prosesin son bölümü olan kurutma aşamasında sisteme ekonomizer eklenerek enerji verimliliği %20 oranında artırılmıştır. Aynı zamanda atık miktarının minimum seviyeye düşürülmesi ve evaporasyon verimliliğinin artırılması için damla tutucu (demister) kullanılmış, bu sayede ilk yatırım ve işletme maliyeti düşürülmüştür. Bu işlemler sonucunda %99.8 saflıkta rafine tuz üretimi sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji verimliliği, rafine tuz, rekristalizasyon.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Düşük ve orta katlı yapıların hasar sınırlarının hasar indeksi yöntemi ile belirlenmesi

Bayram Tanık ÇAYCI[1*] (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-7520-6490)

[*1]Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: bcayci@pau.edu.tr

Özet

Yapıların sismik etkiler altında performans düzeylerinin doğru ve hızlı bir şekilde belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Birçok güncel yönetmelikte elemanların kesit hasar düzeyleri hesaplanarak yapı performans düzeyi belirlenmektedir. Park-Ang hasar indeksi yönteminde ise yapını performans düzeyi herhangi bir adımdaki deplasman düzeyi, sönümlenen histerik enerji toplamı ve nihai deplasman kapasitesi kullanılarak belirlenebilmektedir. Eleman hasar düzeylerinin kullanılmaması nedeniyle bu yöntemle daha hızlı bir sonuç elde edilmesi mümkündür. Ayrıca her bir elemanın kesit hasar sınırının plastik mafsallar ile tanımlanmasına gerek olmadığı için modelleme süresi kısalmaktadır. Özellikle çok sayıda binanın performans seviyesinin kısa sürede belirlenmesi gerektiğinde hasar indeksi yöntemleri büyük avantaj sağlamaktadır. Gerçekleştirilen çalışmanın amacı ülkemiz yapı stokunun önemli bir kısmını oluşturan düşük ve orta katlı binaların performans düzeylerinin Park-Ang hasar indeksi yöntemi ve TBDY-2018 yönetmeliğine göre hesaplanarak karşılaştırılmasıdır. Bu kapsamda TBDY-2018 kriterlerine göre modellenen 32 farklı üç boyutlu betonarme binanın kapasite eğrileri ve yönetmelikçe tanımlı hasar düzeyleri elde edilmiştir ve Park-Ang indeksi performans düzeyleri ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, 2 ve 4 katlı binaların büyük çoğunluğunda KH ve GÖ çatı katı deplasmanlarının DI 0.4 ile DI 0.6 puanları arasında yer aldığı görülmektedir. 7 Katlı binalarda DI 0.4 seviyesi deplasmanları KH seviyesini bir miktar geçmekle birlikte, iki değer arasındaki fark sınırlı düzeydedir. Sonuç olarak hasar indeksi yönteminin binaların hasar düzeyini yansıtmakta başarılı olduğu ve TBDY-2018 performans sınırları ile aralarında anlamlı bir ilişkinin bulunduğu söylenebilir. Hasar sınır noktalarının yönetmelik performans düzeylerine göre yeniden düzenlenmesi ile elde edilen bir hasar-indeksi metodunun mevcut yapı stokunun hızlı bir şekilde değerlendirilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Park-Ang hasar indeksi metodu, betonarme yapılar, sismik performans, TBDY-2018

➢ *ORAL PRESENTATION*

Recent Research Trends and Wide Overview of Renewable Energy: A Comprehensive Bibliometric Approach

Ibrahim Ozsari[1*] (https://orcid.org/0000-0003-4543-9167)

[*1] Bursa Technical University, Naval Architecture and Marine Engineering, Yildirim, Bursa, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ibrahim.ozsari@btu.edu.tr

Abstract

Renewable energy sources are either harmless or less harmful to the environment than fossil energy sources; natural energy sources such as solar, wind, hydraulic, geothermal, biomass and wave energy. Renewable energy is energy derived from natural processes that are constantly renewed. This study looks at the contributions made by scientists all over the world in the last 40 years to the subject of renewable energy. The Scopus database, which comprises 160,758 publications published by more than 800 authors and organizations dispersed over 160 countries, has been used to demonstrate the scholarly literature on renewable energy and associated issues. Numerous features of the studies, including publication type, citations, significant study topics, and keywords, have been examined. Additionally, research on nations, writers, journals, and organizations that have contributed to the topic of renewable energy was done. The precise outcomes of the 20 most significant authors, 20 journals, and 20 institutions in the field of renewable energy are thus shown over the years in terms of publishing, citation, publication impact parameters, and h-indexes. The results of all nations broadcasting in the area of renewable energy are displayed in terms of publications and citations. It has been determined via the examination of all factors that Ministry of Education China, Chinese Academy of Sciences and National Renewable Energy Laboratory are the most effective institutions, as well as the most effective countries are China, the United States, and India. However, it has been shown that the most significant authors, who differ in a number of ways in terms of contributing authors, are F. Blaabjerg, T. Senjyu, and J.M. Guerrero. The findings also demonstrate the significance of renewable energy in the fields of engineering, environmental science, and energy. As a result, the 40-year trend is shown along with specific future directions.

Keywords: Renewable energy, Clean Energy, Green Energy, , Bibliometric Analysis, Research trends.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Komşu binalar arasındaki gerekli derz mesafelerin Türkiye bina deprem yönetmeliği ile karşılaştırılması

Muhammet Kamal[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6648-2346)

[*1]Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Denizli, Türkiye

* Sorumlu yazar e-mail: mkamal@pau.edu.tr

Özet

Geçmiş depremlerde, yetersiz derz mesafesine sahip komşu binaların sismik çarpışmaları sonucu ağır yapısal hasarlar ve toptan göçmeler görülmüştür. Nüfusun yoğun olduğu şehirlerde arsa maliyetleri ve mimari kaygılardan dolayı ülkemizdeki konut stokunun önemli bir kısmı da yetersiz derz mesafesine sahiptir. Güçlü bir yer hareketi etkisi ile mevcut binaların sismik çarpışmalardan dolayı hasar alması muhtemeldir. Çekiçleme etkileri olarak adlandırılan bu yapısal çarpışmaların önlenebilmesi veya hafifletilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle ülkemizde yürürlükte olan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018), komşu binaların yüksekliklerine bağlı olarak gerekli derz mesafesi önermektedir. Herhangi bir analize ihtiyaç duyulmadan sadece binaların yüksekliği ile derz mesafelerinin tahmin edilebilmesi, hızlı değerlendirme açısından önemlidir. Bu çalışma, komşu binalar arasındaki gerekli minimum derz mesafeleri, analiz gerektirmeden tahmin edebilmeyi amaçlamaktadır. Üç boyutlu (3B) doğrusal elastik olmayan özelliklere sahip 56 farklı ikili bina modeli oluşturulmuştur. Düşük ve orta katlı betonarme binaları yansıtan bu modeller için TBDY-2018 ile uyumlu 22 adet ivme kaydı seçilerek ölçeklendirilmiştir. Denizli ilinde ve ZD zemin sınıfı üzerinde yer aldığı varsayılan komşu binalar için toplam 1232 adet zaman tanım alanında dinamik analiz gerçekleştirilmiştir. Dinamik analizler sonucunda, komşu binalar arasındaki derz mesafeleri elde edilmiş ve tüm ikili modeller için ortalama derz mesafeleri hesaplanmıştır. Ayrıca tüm ikili modellerin TBDY-2018' deki bina yüksekliğine dayalı bir denklem ile derz mesafeleri belirlenmiştir. TBDY-2018 için belirlenen derz mesafeleri, dinamik analiz sonucu hesaplanan ortalama derz mesafeleri ile normalize edilmiştir. Bu oranlar, komşu binaların periyot oranına bağlı olarak 0.41-1.17 arasında değişmektedir. Periyot oranının 1.25' ten küçük olması durumunda, TBDY-2018' in tahminleri dinamik analiz sonuçları ile uyumluluk göstermektedir. Fakat periyot oranının artması ile birlikte TBDY-2018 gereklilikleri analiz sonuçlarının oldukça altında tahminler sunmaktadır. Bu çalışmada, TBDY-2018' deki yaklaşım geliştirilerek komşu binaların periyot oranına bağlı yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Önerilen yaklaşım herhangi bir analiz gerektirmediği için mevcut betonarme binalar arasındaki gerekli derz mesafelerin basit ve hızlı bir şekilde tahmin edilebilmesine olanak sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Betonarme binalar, zaman tanım alanında analiz, sismik derz mesafesi, TBDY2018

➢ *ORAL PRESENTATION*

Some Inequalities for Quasi p-Convex Functions

Sevda Sezer* (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6448-193X)

*Akdeniz University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Antalya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: sevdasezer@akdeniz.edu.tr

Abstract

In this study the concept of quasi p-convex function based on the definition of p-convex sets is introduced. Then some algebraic properties of these functions are given. And, some Hermite-Hadamard type inequalities for quasi p-convex functions are obtained.

Keywords: convex function, quasi p-convex function, Hermite-Hadamard inequality.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Some inequalities for s-convex functions in the third sense

Zeynep Eken* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8939-4653*)

*Akdeniz University, Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Antalya, Turkey.

*e-mail: zeynepeken@akdeniz.edu.tr

Abstract

The main subject of this study is *s*-convex functions in the third sense. First of all, *s*-convex functions in the third sense are introduced. Then some characterizations and some basic algebraic properties of these functions are presented. Later some Hermite-Hadamard type inequalities and Ostrowski type inequalities for *s*-convex functions in the third sense are presented.

Keywords: convex function, s-convex function, inequality.

References

[1] Bayoumi A., (2003). Foundation of complex analysis in non locally convex spaces, North Holland, Mathematics Studies, 193, 51-52, Elsevier.

[2] Breckner W. W., (1978). Stetigkeitsaussagen f¨ur eine Klasse verallgemekterter konvexer Funktionen in topologischen linearen Raumen, *Publ. Inst. Math*. 23, 13-20.

[3] Eken, Z. , Sezer, S. , Tınaztepe, G., Adilov, G., (2021). s-Convex Functions in the Fourth Sense and Some of Their Properties . *Konuralp Journal of Mathematics* , 9 (2) , 260-267.

[4] Eken, Z., (2021). Hermite-Hadamard Type Inequalities Related to s-Convex Functions in the Third Sense . *Turkish Journal of Mathematics and Computer Science* , 13 (2) , 318-330.

[5] Kemali, S., Sezer, S., Tınaztepe, G., Adilov, G., (2021), s-Convex functions in the third sense. *Korean J. Math.*, 29 593-602.

[6] Orlicz W., (1961). A note on modular spaces, *I. Bull. Acad. Polon. Soi., Ser. Math. Astronom Phys.* 9 157-162.

[7] Sezer S., Eken Z., Tınaztepe G., Adilov G., (2021). p-Convex Functions and Some of Their Properties, *Numerical Functional Analysis and Optimization*. 42 (4) 443-459.

[8] Sezer, S., The Hermite-Hadamard inequalities for s-convex functions in the third sense, *AIMS Mathematics*, 6 (2021), 7719-7732.

[9] Tınaztepe, G., Sezer, S., Eken, Z., Evcan, S. S. (2022). The Ostrowski inequality for s-convex functions in the third sense. *AIMS Mathematics*, 7(4), 5605-5615.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Developments on the problems of the buried natural gas valve chambers by using TRIZ

Övgü Durak[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8936-0384), Mustafa Yurdabal Apak[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5387-3508), Rıdvan Polat[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6007-1781),

[1]Istanbul Gas Distribution Industry and Trade Incorporated Company, R&D Center, Istanbul, Turkey

* Corresponding author e-mail: yesimovgudurak@hotmail.com

Abstract

The use of the natural gas, as a primary energy source, is widespread today because it is a clean and environmentally friendly energy. Pipeline transportation is the most convenient and preferred method of transporting gaseous state natural gas from its source to the end user. Steel valves are placed on the grid to control the flow of natural gas in the main steel lines. The assembly of steel valves is specially constructing underground in the form of valve chambers and buried valves. The positioning of the valves can be under the roads and sidewalk routes or in the parking areas in the urban area. However, due to the location of these valve chambers, they can easily suffer from traffic conditions, adverse weather conditions and groundwater damage. Likewise, the inside of these valve chambers can be polluted because of these environmental effects. Furthermore, the fact that the bearing reinforced concrete structure of the buried valve chambers are exposed to water and moisture over time causes a severe decrease in the life of the structure. This situation threatens the function of the valve rooms and complicates the maintenance operation activities. In this study, a solution was sought to the problem of water and mud-induced contamination of the valve chambers by using the TRIZ method. As a result, it is aimed to extract creative and innovative solutions that will protect problematic valve rooms from harmful external factors with the TRIZ contradiction matrix and pattern of invention. It is planned to make a pilot application on the problematic valves, which is determined by the results of the previous studies.

Keywords: TRIZ, buried valve chamber

➢ *ORAL PRESENTATION*

Synthesis and characterisation of bone-like apatite layer coated photocurable polycaprolactone -based high internal phase emulsions (PolyHIPE) and evaluation of its potential as a bone graft

Mehmet Kocagöz[1] (https://orcid.org/0000-0002-7208-7251), Betül Aldemir Dikici[1,*] (https://orcid.org/0000-0002-5516-469X)

[1] Izmir Institute of Technology, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Izmir, Turkey

*Corresponding author e-mail: betulaldemir@iyte.edu.tr

Abstract

In tissue engineering (TE), biodegradable and porous scaffolds are widely used for the regeneration of damaged areas. Recently, emulsion templating gained particular attention as a scaffold fabrication technique due to its ability to provide adjustable porosity with high interconnectivity. Emulsion-templated high internal phase emulsions (PolyHIPEs) are more commonly created using synthetic polymers. One example is photocurable polycaprolactone tetramethacrylate (4PCLMA) based-PolyHIPEs. They are biocompatible and biodegradable; however, cell attachment was found to be limited due to the high hydrophobicity of the biomaterial. In this study, we aimed to develop 4PCLMA PolyHIPEs coated with a biomimetic ceramic layer. It was hypothesised that ceramic coating would increase the hydrophilicity of the substrate and improve the bioactivity of the scaffold without altering the overall morphology. For this, first of all, 4PCLMA was synthesised in two steps: ring-opening polymerisation and methacrylate-functionalisation. Subsequently, PolyHIPEs were created using emulsion templating. PolyHIPEs were incubated in three different concentrations of sodium hydroxide (NaOH) at three-time points for surface etching and ease of calcium phosphate (CaP) nucleation afterwards. Then, PolyHIPEs were incubated in 5xSBF for biomimetic ceramic coating. Ceramic-coated 4PCLMA PolyHIPEs was successfully created. Scaffolds treated in different concentrations of NaOH for different durations were shown to have different characteristics in terms of the density and homogeneity of the coating (SEM). The elemental composition of the coating will be further investigated using EDX. NaOH-treated and ceramic-coated scaffolds will be characterised in terms of their porosity, hydrophilicity, and degradation behaviour. Finally, the coated scaffolds will be cultured with Saos-2 for four weeks, and their cell attachment, viability, infiltration, and collagen&mineral deposition will be investigated. This study suggested that the biomimetic ceramic coating is a promising approach for enhancing the bioactivity of the synthetic PolyHIPEs without altering the overall morphology for use in especially bone TE applications.

Keywords: tissue engineering, scaffold, emulsion templating, PolyHIPE, polymer, biomimetic functionalisation

➢ *ORAL PRESENTATION*

A note on non-invariant submanifolds in metallic Riemannian manifolds

Mustafa Gök (https://orcid.org/0000-0001-6346-0758)

Sivas Cumhuriyet University, Department of Design, Sivas, Turkey

Corresponding author e-mail: mustafa.gok@email.com; mgok@cumhuriyet.edu.tr

Abstract

This talk deals with non-invariant submanifolds of locally decomposable metallic Riemannian manifolds. Firstly, we briefly mention about induced structures on an isometrically immersed submanifold of a metallic Riemannian manifold, which also known as $\sum$-metallic Riemannian structures. Later, with the help of $\sum$-metallic Riemannian structures, we give some necessary conditions for an arbitrary non-invariant submanifold of a locally decomposable metallic Riemannian manifold to be totally geodesic or minimal.

Keywords: metallic Riemannian manifold, Riemannian submanifold, $\sum$-metallic Riemannian structure.

References

[1] Bejancu A 1986. Geometry of CR Submanifolds. Dordrecht: D. Reidel Publishing Company, 184 pp.
[2] Blaga AM, Hreţcanu CE 2018. Invariant, anti-invariant and slant submanifolds of a metallic Riemannian manifold. Novi Sad Journal of Mathematics, 48(2): 55-80.
[3] Hreţcanu CE, Blaga AM 2018. Submanifolds in metallic Riemannian manifolds. Differential Geometry - Dynamical Systems, 20: 83-97.
[4] Hreţcanu CE, Crâşmăreanu MC 2013. Metallic structures on Riemannian manifolds. Revista de la Unión Matemática Argentina, 54(2): 15-27.

➢ *ORAL PRESENTATION*

An investigation to determine a non-trivial de Rham cohomology class for a semi-invariant submanifold in metallic Riemannian manifolds

Mustafa Gök (https://orcid.org/0000-0001-6346-0758)

Sivas Cumhuriyet University, Department of Design, Sivas, Turkey

Corresponding author e-mail: mustafa.gok@email.com; mgok@cumhuriyet.edu.tr

Abstract

In this talk, it is demonstrated that the existence of de Rham cohomology classes for semi-invariant submanifolds of locally decomposable metallic Riemannian manifolds. Moreover, some necessary conditions are given for such cohomology classes to be non-trivial. Finally, an example is presented in order to confirm the validity of the main results in the study.

Keywords: de Rham cohomology class, metallic Riemannian manifold, semi-invariant submanifold.

References

[1] Hreţcanu CE, Blaga AM 2018. Submanifolds in metallic Riemannian manifolds. Differential Geometry - Dynamical Systems, 20: 83-97.
[2] Hreţcanu CE, Blaga AM 2018. Slant and semi-slant submanifolds in metallic Riemannian manifolds. Journal of Function Spaces, 2018: 2864263, 13 pp.
[3] Hreţcanu CE, Blaga AM 2019. Hemi-slant submanifolds in metallic Riemannian manifolds. Carpathian Journal of Mathematics, 35(1): 59-68.
[4] Hreţcanu CE, Crâşmăreanu MC 2013. Metallic structures on Riemannian manifolds. Revista de la Unión Matemática Argentina, 54(2): 15-27.
[5] Gök M, Kılıç E, Özgür C 2021. $f_{(a,b)}(3,2,1)$-structures on manifolds. Journal of Geometry and Physics, 169: 104346, 18 pp.
[6] Pitis G 1986. On some submanifolds of a locally product manifold. Kodai Mathematical Journal, 9(3): 327-333.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Synthesis and Characterization of 9-Ethyl Carbazole-Based Bismaleimide As A New Bismaleimide Monomer

Nurcan KARACA* (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7025-5488)

Central Research Laboratory Research and Application Center, Yalova University,
Yalova, Turkey

*Corresponding author e-mail: nurcan.karaca@yalova.edu.tr

Abstract

In the last decade, the development of high-performance materials has been of great importance in advanced optical components such as imaging devices, image sensors, various lenses, light-emitting diodes, and optical waveguides. In this route, introducing new materials with new functions is an issue that attracts attention in the scientific community [1]. Bismaleimides containing two maleimide groups are popular and widely used monomers used as a base material in the electrical and electronic industries. For instance, bismaleimide triazines are commercially used in a high-performance resin due to the properties such as high thermal transitions, good mechanical properties, low moisture absorption, and unique dielectric properties [2]. On the other side, carbazole is a well-known compound in optoelectronic applications due to its photophysical and photoelectronic properties. In addition, carbazole derivatives such as *N*-ethyl carbazole, *N*-phenyl carbazole, and *N*-vinyl carbazole are very popular in polymer chemistry due to their characteristic properties providing unique electronic and optical properties [3].
In this study, 9-Ethyl Carbazol-Bismaleimide (ECz-BisMI) was introduced as a new bismaleimide monomer to be used in optoelectronic applications at first in the literature. Structural confirmation was made using FT-IR, ^{1}H NMR, and ^{13}C NMR spectroscopies. Then, the optical and thermal properties of ECz-BisMI were investigated in detail.

References

[1] Iredale, R.J.; Ian Hamerton, C.W. Modern advances in bismaleimide resin technology: A 21st century perspective on the chemistry of addition polyimides. Prog. Poly. Sci. 2017, 69, 1–21.
[2] Airinei, A.; Fifere, N.; Homocianu, M.; Gaina, C.; Gaina, V.; Simionescu, B.C. Optical properties of some new azo photoisomerizable bismaleimide derivatives. Int. J. Mol. Sci. 2011, 12, 6176-6193.
[3] Simkus, G.; Tomkeviciene, A.; Volyniuk, D.; Kostjuk, S.V.; Grazulevicius, J.V. Synthesis and properties of photocross-linkable carbazole dimers. React. Funct. Polym. 2017, 110, 47-54.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Investigation of Heavy Metal and Other Elements Levels Presence in Honey Collected From Afyonkarahisar

Ömer Gümüştaş[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1212-7087), Ulas Acaroz[1*] (ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1533-4519)

[*1]Afyon Kocatepe University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, Afyonkarahisar, Turkey

*Corresponding author e-mail: ulasacaroz@hotmail.com

Abstract

Honey contains amino acids, vitamins, phenols, enzymes and minerals, especially carbohydrates. The composition of honey may vary depending on the nectars, botanical origin, climate, geographic structure, honey bee species, harvest, packaging and storage. The metal concentration it contains depends largely on the botanical origin and geographic structure. Environmental pollution caused by heavy metals is also a worldwide problem. Bees accumulate chemicals in their bodies as well as in their products. For this reason, the amount of heavy metals in honey samples gives information about metal pollution in that region, and bees are very important bioindicators. In this study, within the borders of Afyonkarahisar city center and affiliated district centers; metal and heavy metal levels were determined by collecting 40 honey samples from beekeepers in 19 bee accommodation areas by ICP / MS / MS in honey samples in terms of sodium (Na), magnesium (Mg), aluminum (Al), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), chromium (Cr), manganese (Mn), iron (Fe), cobalt (Co), nickel (Ni), copper (Cu), zinc (Zn), lead (Pb), cadmium (Cd), arsenic (As), mercury (Hg), barium (Ba), tin (Sn) and selenium (Se). It has been observed that the honey collected from Afyonkarahisar is of good quality in terms of heavy metal, but not completely devoid of heavy metal. It was concluded that the heavy metal concentration in the honey samples was within acceptable limits.

Keywords: ICP-MS, honey, heavy metal, Afyonkarahisar, pollution

This study is summarized from the master thesis of Ömer Gümüştaş and was financially supported by the Afyon Kocatepe University Scientific Research Council, Afyonkarahisar, Turkey (Project no: 18.SAĞ.BİL.05)

➢ *ORAL PRESENTATION*

Determination Of The Effects Of Ferulic Acid Against Malathion-Induced Oxidative Stress In Rats

Sermet Genay[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8524-8878), Ulas Acaroz[1*] (ORCID: http://orcid.org/0000-0002-1533-4519), Fahriye Zemheri Navruz[2] (ORCID: http://orcid.org/0000-0003-1744-1091), Hasan Hüseyin Demirel[3] (ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4795-2266)

[*1]Afyon Kocatepe University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, Afyonkarahisar, Turkey
[2]Bartın University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Bartın, Turkey
[3]Afyon Kocatepe University, Bayat Vocational School, Department of Laboratory and Veterinary Health, Afyonkarahisar, Turkey

*Corresponding author e-mail: ulasacaroz@hotmail.com

Abstract

This study aimed to investigate the possible protective effect of ferulic acid in rats that caused oxidative stress with malathion. In the study, 42 Wistar Albino Rats were used and six different groups were formed; Group 1 was determined as negative control, Group 2 as oil group, Group 3 as positive control (27 mg/kg malathion was given orally for 30 days). In addition, the other 4th, 5th, and 6th groups were administered orally, once a day for 30 days, with 27 mg/kg malathion and ferulic acid was applied by gastric gavage at a dose of 12.5 mg/kg, 25 mg/kg, and 50 mg/kg per day, respectively. As a result of the study that lasted for 30 days, antioxidant enzyme activities (SOD, CAT), lipid peroxidation (MDA), glutathione (GSH) values were analyzed and histopathological examinations were performed in blood, heart, liver, kidney, brain, lung and testes tissues taken from rats. In addition, molecular analysis of IFN-γ, TNF-α and NFkB proinflammatory genes was performed from liver and kidney tissue samples taken from rats. Malathion application caused a decrease in antioxidant enzyme activities. In addition, malathion administration caused a decrease in glutathione levels and increased lipid peroxidation levels. It caused an increase in the expression levels of proinflammatory genes and caused histopathological changes in tissues. Ferulic acid administration reversed these negative effects and the highest effect was seen at 50 mg/kg dose. As a result of the study, it was determined that ferulic acid, a natural antioxidant, has a protective effect against oxidative stress induced by malathion.

Keywords: ferulic acid, lipid peroxidation, malathion, oxidative stress, wistar albino rat

This study is summarized from the master thesis of Sermet Genay and was financially supported by the Afyon Kocatepe University Scientific Research Council, Afyonkarahisar, Turkey (Project no: 20.SAĞ.BİL.26)

➢ *ORAL PRESENTATION*

Biyobozunur madde olan reçine ile yenilebilir kaplama çalışmalarında optimum koşul araştırması

Mehmet Onurhan Gücüş[1] (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-4593-542X.), Taha Gemici[2*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1854-5802)

[1]Karamanoğlu Mehmetbey Üniversite, Mühendislik Fakülte, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman, Türkiye
[*2] Karamanoğlu Mehmetbey Üniversite, Mühendislik Fakülte, Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: tgemici@kmu.edu.tr

Özet

Araştırma kapsamında biyobozunur bir madde olan dip kütüğü reçinesi kullanılarak yediveren limonlarının raf ömürlerinin uzatılmasına yönelik yenilebilir kaplama çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışmada geliştirilen kaplamalardan optimum verim elde edilmesine ilişkin bir karşılaştırma analiz çalışması yapılması hedeflenmiştir. Çok faktörlü deneme modelinde tasarlanan araştırmada dip kütüğü reçinesinin, saf su ve çözücü etken madde olan etanol ile farklı varyasyonlarda karışım metotları oluşturulmuş ve optimizasyonu incelenmiştir. Maksimum değerleri %50 dip kütüğü reçinesi, %75 etanol ve %31,25 saf su karışımı ile minimum değerleri %6,25 dip kütüğü reçinesi, %25 etanol ve %0 saf su karışımı aralığında belirlenen dip kütüğü reçinesi, saf su ve etanol karışımlarında hazırlanan solüsyonlar ile limon kaplamaları yapılmıştır. Farklı oranlarda içeriğe sahip olan on beş farklı dip kütüğü reçinesi, saf su ve etanol solüsyonları ile kaplama yapılan yediveren limonlarının hacim, renk, koku ve yapışkanlık düzeyleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda limonların hacim ve renk açısından korunmasında dip kütüğü reçinesinin yoğun olduğu solüsyonların avantaj sağladığı ancak beraberinde gerek yapışkanlık düzeyinin ve koku kaybının yüksek olması gerekse ekonomiklik ve kullanışlılık ilkelerine uygun olmadığı belirlenmiştir. Etanol ve saf su miktarlarının fazla, dip kütüğü reçinesinin az kullanıldığı solüsyonların limonların yapışkanlık özelliği ve limon kokusunun korunması açısından uygun olmasının yanı sıra hacim ve renk korumasında etkililiğini yitirdiği saptanmıştır. Bu bağlamda araştırma sonucunda tasarlanan on beş solüsyon varyasyonları arasından, limonların hacim, renk, koku ve yapışkanlık açısından uygun kriterlerde saklanmasında en etkili varyasyonun dip kütüğü reçinesi, etanol ve saf suyun dengeli olduğu optimum seviyenin dokuzuncu solüsyon olduğu duyusal analizler ile belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyobozunur madde, optimum verim, dip kütüğü reçinesi, yediveren limonu, yenilebilir kaplama

➢ *ORAL PRESENTATION*

J-trajectories in product manifolds of Sasakian manifolds and real line

Osman ATEŞ[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8727-3735),

[1*]National Defence University, Turkish Military Academy, Department of Basic Science, Ankara, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: oates@kho.msu.edu.tr

Abstract

We study geometry of J-trajectories in $\mathbb{R} \times \mathbb{S}^3$, that is the solutions of the equation $\nabla_{\gamma'\gamma'} = qJ\gamma'$. We find the equations of motion for a J-trajectory in the product space $\mathbb{R} \times \mathbb{S}^3$. In particular, we are interested in periodic solutions for J-trajectories when the projection curve on $\mathbb{S}^3$, has special properties. We obtain also the contact angle for the projection on $\mathbb{S}^3$ of a J-trajectory.

Keywords: J-trajectory, Sasakian manifold, Magnetic curve, Periodic curve

➢ *ORAL PRESENTATION*

FDM yöntemi ile üretilen eklemeli imalat parçaları için delik delme işlemi parametrelerinin optimizasyonu

Ezgi Selen Zorer[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4846-0789), Mustafa Yurdakul[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1562-5738), Emre Ayhan[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3923-0992)

[*1]Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:ezgiselen.can@gazi.edu.tr

Özet

Eriyik biriktirme modelleme yöntemi(FDM), yarı akışkan durumdaki malzeme filamentinin ekstrüzyonu ve sonrasında katmanlı olarak biriktirilmesini içeren eklemeli imalat yöntemlerinden biridir. Karmaşık geometrili parçaların düşük maliyet ve atık malzeme ile kısa sürede üretilmesine olanak sağlamasına ek olarak çeşitli eriyik biriktirme modelleme makinalarının icadı ile bu üretim teknolojisi yaygınlaşmış ve 3B baskı teknolojisi olarak popülerleşmiştir. Eriyik biriktirme modelleme yönteminde malzemelerden, makinalardan ya da seçilen parametrelerden kaynaklı olarak çeşitli hatalarla karşılaşılabilir. Sık karşılaşılan hatalardan biri ise delikli üretilen parçaların deliklerinde görülen boyutsal doğruluk hatalarıdır. Üretilen parçadaki deliğin teorideki parça deliğinden küçük olması deliğin büzüldüğü, daireselliğinin bozulduğu ve boyutsal ölçülerinden saptığının bir göstergesidir ve bu da parçanın montajının doğru bir şekilde yapılamamasına sebep olabilmektedir. Her ne kadar delik hatalarının giderilmesi için eriyik biriktirme modelleme yönteminin üretim parametreleri ve parça geometrileri ile ilgili çalışmalar yapılsa da hassas toleransların istendiği durumlarda başarılı sonuçlar alınamamıştır. Özellikle havacılık sektöründe çok sık kullanılan DRFX takımlarının deliklerinde hassas çap ve konum toleransları aranmaktadır. Makinelerde üretilen parçalarda istenen delik hassasiyeti elde edilemediği için ikincil bir işlem ile delikler istenen toleranslarda CNC tezgahlar yardımı ile delinmektedir. Bu çalışmada eriyik biriktirme modelleme ile üretilen parçaların hangi delme parametrelerinde daha kaliteli delik sonuçları verdiği araştırılmıştır. Polikarbonat malzemesinden 90° yapı oryantasyonu ile üretilen ön delikli ve ön deliksiz tam dolu plakalar soğutma sıvısı kullanarak ve soğutma sıvısı kullanmadan, HSS ve karbür kesici uçları ile ön deneyler sonucunda belirlenen 3 farklı kesme ve 3 farklı ilerleme hızında delinmiştir. Deneyler sonucunda deliklerin çap konumlarının kaçıklıkları, silindiriklikleri, daireselliklikleri ve yüzey pürüzlülükleri ölçülmüştür. İlerleme hızı ve kesici takım tipinin delik kalitesini belirlemede önemli rol oynadığı belirlenmiştir. Soğutma sıvısı ile delinen deliklerin soğutma sıvısı olmadan delinen deliklere göre daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: eriyik biriktirme modelleme, delme parametreleri, delik delme

➢ *ORAL PRESENTATION*

Türkiye'deki akıllı kavşak sistemlerinde kullanılan sensörlerin performans değerlendirmesi

Fuat Yalçınlı[1*] (ORCID: 0000-0001-6736-451X), Bayram Akdemir[2] (ORCID: 0000-0002-0565-2345), Akif Durdu[3] (ORCID: 0000-0002-5611-2322)

[*1,2,3]Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Konya, Türkiye

*fuatyalcinli@gmail.com, [2]bakdemir@ktun.edu.tr, [3]adurdu@ktun.edu.tr

Özet

Günümüz dünyasında teknolojinin gelişimi ile insan hayatını kolaylaştırıcı ve pozitif etki yaratan sistemler giderek yaygınlaşmaktadır. Teknolojinin bu gelişimi ile altyapısını geliştiren şehirlerde artık akıllı şehir konsepti çalışmaları başlamıştır. Akıllı şehir yapısının en önemli bileşenlerinden biri de akıllı kavşak sistemleridir. Akıllı kavşak sistemleri, sinyalize kavşak kollarındaki araç yoğunluğuna yeşil lamba sürelerinin otomatik ayarlanmasıdır. Bu sistemlerin en iyi performansta çalışabilmesi için tespit edilen trafik verilerinin çeşitliliği ve doğruluk oranları çok önemlidir. Trafik verilerini tespit etmek için çeşitli sensörler kullanılmaktadır. Bu çalışmada Türkiye'de kurulan akıllı kavşak sistemlerinde kullanılan sensör çeşitleri incelenmiştir. Çalışma kapsamında sensörlerin veri çeşitliliği, performansları ve doğruluk oranları tespit edilerek karşılaştırma yapılmıştır.

Türkiye'de akıllı kavşak sistemlerinde üç çeşit sensör kullanılmıştır. Bunlar; manyetik dedektörler, tek yönlü kameralar ve balıkgözü kameralardır. Manyetik dedektörler, kavşak kollarındaki asfalt içerisine döşenmektedir. Dedektörler manyetik alan oluşturur ve araçların hareketi ile bu manyetik alan değişimleri tespit edilir. Tek yönlü kamera ve balıkgözü kamera sensörleri görüntü işleme teknolojisi ile üretilmiş sensörlerdir. Direk üzerine montajlanan kameralardan alınan görüntüler, görüntü işleme algoritmaları ile işlenmekte ve trafik verileri çıkarılmaktadır.

Çalışmadaki tespitler sonucunda trafik veri çeşitliliği yönünden en iyi performansı balıkgözü kamera sensörlerinin sergilediği görülmüştür. Balıkgözü kameralar ile 360 derece açılı olarak tamamen kavşak görülebilmektedir ve performanslı görüntü işleme algoritmaları ile çok çeşitli trafik verileri elde edilebilmektedir. Manyetik dedektörler ve tek yönlü kameralar ile etki alanları kısıtlıdır ve veri çeşitliliği yönünden de dezavantajlıdır. Balıkgözü kamera sensörlerinin veri çeşitleri; hareketli araç tespiti ve takibi, araçların sayımları, araçların sınıflandırılması, kuyruklanma ölçümü, ortalama akım hızı tespiti, akım yönü tespiti (geliş – gidiş yönüne bağlı sayımlar) ve tıkanıklık tespitidir.

Sensörler, araç sayımları doğruluk oranları penceresinden karşılaştırıldığında manyetik dedektörlerin en iyi performansı ortaya koyduğu görülmektedir. Manyetik dedektörler, %99'a varan doğruluk oranları ve doğruluk oranının stabil performansı açısından avantajlı olduğu görülmüştür. Tek yönlü kameralar ve balıkgözü kameralarda özellik gece ve olumsuz hava koşullarında doğruluk oranlarının %85'lere düştüğü görülmüştür. Akıllı kavşak sistemlerinin performansı veri sağlayan sensörlerin veri çeşitliliği ve doğruluk oranları ile direkt doğru orantılıdır. Verimli bir sistem ortaya çıkarmak için veri çeşitliliği ve doğruluk oranı dengesinin en optimum noktada olacak şekilde sensör füzyonu oluşturmanın önemi ortaya çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: akıllı kavşak, trafik sensörleri, trafik verisi, trafik yönetimi, trafik sensör performansı

➢ *ORAL PRESENTATION*

Effect of probiotics on glycemic control in type 1 diabetes

Ayşenur Köse[1*] ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6023-6811),
Hüsamettin Vatansev[2] ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0230-3414)

[1*] Selcuk University, Institute of Health Sciences, Department of Medical Biochemistry, Konya, Turkey
[2]Selçuk University, Faculty of Medicine, Biochemistry, Konya, Turkey

*Corresponding author e-mail: koseaysenur@yandex.com

Abstract

Type 1 diabetes mellitus (DM) is an irreversible, autoimmune, chronic condition characterized by pancreatic β-cell destruction. Type 1 diabetes accounts for approximately 90% of all diabetes prevalence worldwide. Although the etiology is unknown, environmental and genetic factors as well as gut microbiota are associated with diabetes mellitus. Many studies have shown that individuals with type 1 diabetes have moderate dysbiosis in the gut microbiota. In this study, we summarized the current knowledge with a systematic review to evaluate the effect of probiotics on glycemic control in type 1 diabetes. The relevant "randomized, controlled trials" for the effect of probiotics on glycemic control in type 1 diabetes were searched in "Pubmed, Trip Database" and "Cochrane Library". The article search strategy included "Probiotics" and "Diabetes Mellitus", Type 1" "insulin-dependent diabetes". Globally, the incidence of type 1 diabetes has been increasing rapidly in recent years. Glycemic control is necessary to reduce the burden of type 1 diabetes. One of the therapeutic options studied for treatment and glycemic control in type 1 diabetes is probiotics. Studies have discovered that probiotic strains in the gut play important roles in host immune regulation. Probiotics have been reported to reduce glycosylated hemoglobin (HbA1c) levels along with inflammatory cytokine levels in type 1 diabetes and analyzed gut microbiota profiles. Since multi-strain supplements are used in studies to benefit from the synergistic effect of probiotics, more studies are needed to determine the individual effects of the strains in probiotics. The results of clinical trials show that probiotics may be a prospective therapeutic option in the treatment of type 1 diabetes. The limited number of studies makes it difficult to understand the role and mechanism of probiotics in type 1 diabetes. More studies are needed to understand the effect of probiotics on glycemic control and to explain the causality.

Keywords: T1DM, Probiotics, Glycemic control

➢ *ORAL PRESENTATION*

3 boyutlu yazıcılarda kullanılan poli(laktik asit) filamentlerin farklı sürelerde nemli ortamlardaki mekanik ve baskı özelliklerinin incelenmesi

Gökçen Şahin[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6606-7150), Hasan Özyıldırım[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8513-7713), Anıl Şahin[3] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2623-1195)

[*1]Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uygulamalı Bilimler ve Teknoloji, Edirne, Türkiye
[2]Trakya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Edirne, Türkiye
[3]Trakya Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Uçak Teknolojisi, Edirne, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: gokcensahin@trakya.edu.tr

Özet

3 boyutlu (3B) yazıcılarda kullanılan biyobozunur poli(laktik asit) (PLA) filamentin mekanik ve baskı özelliklerinin nemli ortamda nasıl değiştiği incelenen bu araştırmada PLA'dan üretilmiş 1.75 mm çapında ticari filament kullanılmıştır. Filamentler ve ASTM D638-14 standartında basılan kemik numuneler 25 °C sıcaklık ve %80 bağıl nemli ortama 5, 10, 15, 20 gün süreler ile maruz bırakılmıştır. Farklı sürelerde nemli ortama maruz bırakılan filamentlerden de standart kemik numuneler üretilmiştir. Filamentler ve basılan kemik numunelere çekme testi uygulanmış, FTIR spektral analizleri yapılmıştır. Kırılma yüzeylerinin taramalı elektron mikroskopu (SEM) görüntüleri alınmıştır. Nemli ortamda bekletilmiş filament numunelerin çekme dayanımları bekletme gün sayısı farketmeksizin düşmüştür. Nemli ortamda bekletilmemiş filamentten basılan kemik numunelerin nemli ortama maruz kalması ile baskı yüzey kalitelerinde ve çekme dayanımlarında önemli bir değişim olmadığı görülmüştür. Nemli ortamda bekletilmiş PLA filamentten basılan tüm kemik numunelerin baskı yüzey kaliteleri ve çekme dayanımları düşmüş, en yüksek dayanım düşüşü 15 gün süre ile şartlandırılmış filamentten basılan kemik numunede gerçekleşmiştir. Nemli ortama maruz kalmış PLA filamentlerden basılan numunelerin yüzey kaliteleri ve çekme dayanımlarının, basıldıktan sonra nemli ortama maruz kalan numunelerden daha düşük olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: PLA filament, 3 boyutlu yazıcı, filamentlerin mekanik özellikleri, nemli ortam

➢ *ORAL PRESENTATION*

Yenilenebilir yeşil doğal gazın üretiminde psa ve membran yöntemlerinin karşılaştırılması ön fizibilitesi

Fatma Meltem Nur Masmas[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1699-9459)

[*1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: meltemmasmas@gmail.com

Özet

Fosil yakıtlar, küresel iklim değişikliğine ve çevre kirliliğine neden olan bir sera gazı oluşumu kaynağıdır. Çevre kirliliği, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri ve son yıllarda artan maliyetler nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması çalışmaları hızlanmıştır. Yenilenebilir yeşil doğal gaz, organik atıkların işlenmesiyle elde edilen, sera gazı emisyonlarının azaltılmasıyla temiz, çevre dostu ve sürdürülebilir bir enerjidir. Organik atıklardan elde edilen biyogazın saflaştırılarak metan oranı yüksek yenilenebilir yeşil doğal gaz üretilmesi ve üretilen gaz'ın, doğal gaz hattına enjekte edilmesi hedeflenmektedir. Çalışma kapsamında yenilenebilir yeşil doğal gaz'ın üretiminde saflaştırma yöntemlerinden psa ve membran teknolojisi yöntemleri karşılaştırılarak ön fizibilitesi çalışması gerçekleştirilerek en verimli, ekonomik, sürdürülebilir yöntem araştırılacaktır. Yenilenebilir yeşil doğal gaz kullanımının yaygınlaşmasıyla sera gazı emisyonlarının oluşturduğu çevre kirliliği engellenecek, ülke ve il bazında biyoekonomiye katkıda bulunularak katma değer kazandırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir yeşil doğal gaz, Psa, Membran

➢ *ORAL PRESENTATION*

Phenotypic Variations of Different Chromosome Forms of Turkish Mole Rat

Zeycan HELVACI[*1] (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-1793-7460),
Tolga KANKILIÇ[1], Teoman KANKILIÇ[2]

[*1] Aksaray Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi/Biyoloji Bölümü, Aksaray, Türkiye
[2] Niğde Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi/Biyoteknoloji Bölümü, Niğde, Türkiye

*Corresponding author e-mail: zeycanhelvaci@gmail.com

Abstract

Different chromosome forms (2n = 38, 40, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60) of *Nannospalax* (Nehring 1898) samples collected from all the geographic regions of Turkey were investigated. All the chromosomal forms are compared by using genetic and morphometric techniques. Although different skull surfaces contain different information about chromosome variations, consistent results were obtained with the literature and mtATP6 phylogenetic analysis performed in this project, and it was predicted that the source of morphological differences could be due to phylogenetic effects.

Keywords: Geometric mophometrics, mtATP6, mole rat

➢ *ORAL PRESENTATION*

Characterization of Sumac Seed Oil Incorporated Polylactic acid (PLA) Films For Potential Food Packaging Applications

Ayça Aydoğdu Emir[1*] (https://orcid.org/0000-0003-3877-9200)

[*1] Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Canakkale Applied Sciences, Department of Food Technology, Canakkale, Turkey

*Corresponding author e-mail: ayca.aydogdu@comu.edu.tr

Abstract

Due to the need to substitute petroleum-based polymers, the interest in developing Polylactic acid (PLA) -based films for food packaging has increased. PLA is a well-known biodegradable thermoplastic polymer. In this study, PLA films were prepared by blending different concentrations of sumac seed oil (1% & 1.5% w/v) and the effect of sumac seed oil incorporation on opacity, water vapor permeability, thermal properties, and crystallinity of PLA films was investigated. Sumac seed oil addition enhanced the water vapor permeability of PLA films by up to 50%. Increasing the sumac seed oil amounts resulted in higher opacity values making them more advantageous for the packaging of photo-sensitive foods. TGA analysis showed that sumac oil incorporation did not affect the thermal degradation stability of the PLA films. Moreover, X-Ray Diffraction (XRD) patterns of the films proved that oil addition increased the crystallinity of PLA films. This study showed that sumac seed oil could be used to improve the packaging properties of PLA films, and PLA-sumac seed oil films could be suggested for food packaging applications.

Keywords: poly lactic acid (PLA), sumac seed oil, water vapor permeability, opacity, packaging

➢ *ORAL PRESENTATION*

Investigation of *ex vivo* Shoc2 Ablation in Murine Keratinocytes

Sibel Sari* (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2505-5804) and Pablo Rodriguez-Viciana (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8846-543X)

*[1]Abdullah Gul University, Faculty of Life and Natural Sciences, Molecular Biology and Genetics, Kayseri, Turkey.
[2]University College London (UCL) Cancer Institute, London, UK

*Corresponding author e-mail: sibel.sari@agu.edu.tr

Abstract

The skin has a complex network of different cell types that act dynamic cellular communication to maintain several important processes such as inflammation, wound healing, and angiogenesis. The multi-functionality of skin is supported by its organised structure. Its structure is composed of three layers, the epidermis, dermis and hypodermis. The epidermis is mainly populated by keratinocytes, along with melanocytes, immune cells and Langerhans cells.
The RAS/RAF/MEK/ERK signalling is known to be required for proliferation of murine keratinocytes *in vitro*. Dephosphorylation of a conserved inhibitory site on RAF by a phosphatase complex comprised of SHOC2, MRAS and PP1 is one of the key steps in the process of RAF activation. Our previous results show that systemic inactivation of SHOC2 in adult mice results in skin dermatitis as well as a range of histopathological alterations that include epidermal hyperproliferation with hyperkeratosis, an increased number of anagen phase hair follicles. The SHOC2 KO skin also developed an extensive dermal and epidermal inflammatory infiltrate containing a variety of immune cells. Here, we sought to examine the effect of Shoc2 deletion in epidermal keratinocytes in cultured primary murine keratinocytes *in vitro*. To explore the functions of Shoc2 in keratinocytes, we prepared primary keratinocyte cultures from the tails of adult $Shoc2^{fl/fl}$ $Rosa26\text{-}CreER^{T2}$ mice. We examined the role of acute Shoc2 inactivation on the proliferation of keratinocytes by performing Incucyte growth curves.
As a result, although *in vitro* proliferation assays show that keratinocytes display defective proliferation in the absence of Shoc2, Shoc2 ablation *in vivo* leads to epidermal hyperplasia, with increased proliferation and defective differentiation of keratinocytes in the skin. These results strongly suggest that the epidermal hyperproliferation observed *in vivo* is not a keratinocyte autonomous effect but rather is likely a consequence of inflammation driven by immune cells. Future studies are needed to address this possibility.

Keywords: *ex vivo* models, Shoc2, keratinocytes

➢ *ORAL PRESENTATION*

Phosphogypsum : From a solid waste to a road base material

Sarra Meskini[1*] (https://orcid.org/0000-0003-2908-2903), Toufik Remmal[1], Azzeddine Samdi [2], Halima Jounaid[1]
[1] Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Geology, Casablanca, Morocco.
[2] Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences Ain Chock, Department of Chemistry, Casablanca, Morocco.

*Corresponding author e-mail: Sarra.meskini-etu@etu.univh2c.ma, tmbtp3.meskini@gmail.com

Abstract

The dihydrate process of phosphoric acid industry entails the generation of phosphogypsum, one of the most remarkable solid wastes in Morocco, the output of which is about 30 million tons per annum. It is an acid residue that contains, in addition to gypsum, impurities that accompanied the phosphate rock, including heavy metals and radionuclides which cause serious environmental impacts. From a geotechnical point of view, phosphogypsum is a weak material, yet it is its acidic nature that hinders its use as a road material, since it increases its solubility which in turn makes it sensitive to water variations. A new approach is proposed to stabilize phosphogypsum, through the correction of its acidity, for a valorization in road engineering, while taking into account technical, economic and environmental constraints. Lime-activated fly ash was chosen as the stabilizing material. Thus, mixtures of phosphogypsum (PG), fly ash (FA) and quicklime (L) were developed in order to evaluate the effect of the treatment on the geotechnical, mechanical and mineralogical properties of the mixtures. To this end, compaction tests, unconfined compressive strength (UCS) tests, X-ray diffraction (XRD) analyses, thermal analyses (TGA/DTA) and scanning electron microscope (SEM) observations were performed on the mixtures at 28 days of curing. The results showed an increase in mechanical strength with the increase in fly ash and lime content which was explained by a densification of the matrix following the pozzolanic reaction at the origin of the formation of new binding mineral phases.

Keywords: Valorization, Phosphogypsum, Fly ash, Lime, Base material, Pozzolanic reaction.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Experimental and Theoretical Structural Determination, Intermolecular Charge Transfer, MEP And Nonlinear Optics Application For An Organic Molecule.

Zohra Douaa Benyahlou Zohra Douaa [1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9237-6763), Mohammed Hadj Mortada Belhachemi [1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2301-4918)

[*1] University of Abdelhamid Ibn Badis, Faculty of science and technology, Department of process engineering, Mostaganem, Algeria.

*Corresponding author e-mail: zohradouaa.benyahlou.etu@univ-mosta.dz

Abstract

Thiazolidinones derivatives containing one or two five-membered rings, incorporation of heteroatoms (N, O, S etc.) into the chromophore brings higher thermal stability, chemical robustness. the interest for nonlinear optical (NLO) properties of p-conjugated and functionalized organic compounds has greatly increased due to their potential applications in optoelectronics. For this purpose, we have chosen 2-thioxo- 3N-(2-methoxyphenyl)-5 [4′-methyl -3′N -(2′ -methoxyphenyl) thiazol-2′ (3′H)-ylidene] thiazolidin-4-one, which appears a good candidate for NLO applications.
We report here a combined experimental and theoretical study on molecular structure of the title compound. The crystal structure has been determined by X-ray diffraction. Crystallographic data revealed that the compound crystallizes in a monoclinic system. Density functional theory (DFT) calculations were performed to obtain the optimized geometry of the ground state of the molecule using the B3LYP method with the 6-311G(d,p) basis set, to compare the theoretical and experimental geometric structure. Besides investigating charge transfer within this molecule, we have examined other molecular properties such as the frontier molecular orbitals (FMOs), highest occupied molecular orbitals and lowest unoccupied molecular orbitals (HOMO-LUMO), molecular electrostatic potential (MEP) of the title compound in order to understand the intramolecular charge transfer within the molecule. Finally, the results of the calculated parameters indicate that the studied molecule presents a first high hyperpolarizability, typical of a NLO material.

Keywords: Thiazole, Heterocycle, XRD, HOMO-LUMO, MEP, Hyperpolarizability.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Structural determination, DFT study, electrostatic potential, HOMO-LUMO, dipole moment of 1-benzyl-5-methylindoline-2,3-dione and its nonlinear optical behavior using Quantum chemical calculations.

Mohammed Hadj Mortada Belhachemi[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2301-4918), Zohra Douaa Benyahlou[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9237-6763)

[*1]Abdelhamid Ibn Badis University, Science and Technology Faculty, Process Engineering Department, Mostaganem, Algeria.

*Corresponding author e-mail: mohammed.belhachemi.etu@univ-mosta.dz

Abstract

Organic molecules have strong optoelectronic properties, especially in the nonlinear optical (NLO). The special properties of organic compounds such as isatins are related to the versatility of the carbon atom, meaning that it can engage whether between carbon atoms or with atoms of other elements. In this paper, the molecule 1-benzyl-5-methylindoline-2,3-dione (BMID) has been investigated by x-ray diffraction, I,dicating that the molecule crystallizes in orthorhombic systeme with space group of P21. Secondly, the quantum chemical calculations method was performed, the optimized structure of the mentioned compound was realized using density functional theory (DFT), Becke 3-parameters hybrid exchange functions, Lee Young Parr correlation functional (B3LYP) and 6-311G(d,p) basis set. The highest occupied molecular orbital (HOMO), the lowest uncopied molecular orbital (LUMO) and their energy gap were calculated to show the mobility of charges within the molecule. In addition, the molecular electrostatic potential (MEP) map was determined providing the locations where electrophilic and nucleophilic attacks could occur. Furthermore, nonlinear optical parameters such as dipole moment, polarizability and first-order hyperpolarizability were investigated. The high value of first-order hyperpolarizability (β) indicates that our BMID compound has a NLO character.

Keywords: Isatin, XRD, DFT, Gap Energy, MEP, NLO.

➢ *ORAL PRESENTATION*

New Ligand and Some Metal Complexes Derived from 4-Chlorothiophenol and 2,6-Pyridinedicarbonyldichloride: Synthesis and Characterization

Hatice Gamze SOGUKOMEROGULLARI[1] ORCID No: 0000-0002-0575-8131

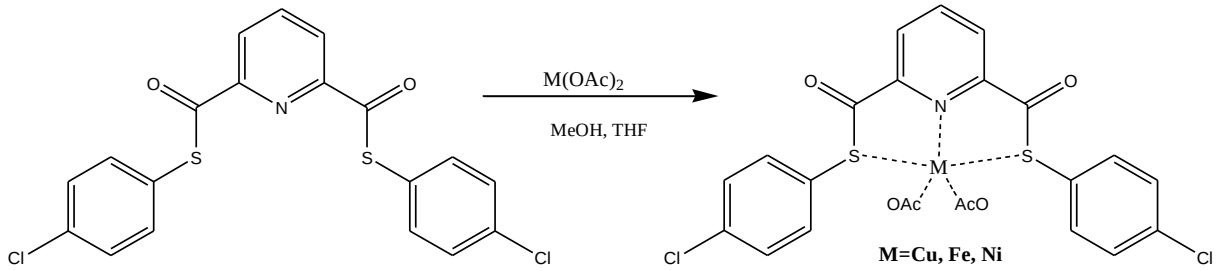
[1]Medical Services and Techniques Department, Health Services Vocational School, Gaziantep University, 27310 Gaziantep, Turkey

Corresponding author e-mail: hgcelikel@gantep.edu.tr

Abstract

Moulton and Shaw created the first compounds of the pincer type in 1976. [1] One key feature of these SNS pincer ligands is the relative difference in bonding between the coordinated metal center and the hard nitrogen donor and soft sulfur donor atoms. This suggests that hemilability may produce metal complexes with increased flexibility, by balancing reactivity and stability features [2]. SNS pincer type compounds have been recently investigated on antiproliferative, catalytic and SARS-CoV-2. [3,4,5]

In the present work, 2,6-Pyridinedicarbonyldichloride and 4-chlorothiophenol were combined to create novel SNS Pincer type ligands and a few transition metal complexes. By performing an elemental analysis, FT-IR, ^{13}C-NMR, ^{1}H-NMR, and UV-Vis, the produced compounds were evaluated.



KeyWords: SNS Pincer Ligand, Metal Complex, Characterization

[1] Moulton, C.J.,Shaw, B.L. (1976). J. Chem. SocDalton Trans.11,1020-1024.
[2] P. Braunstein, F. Naud, Angew. Chemie - Int. Ed. 40 (2001) 680.
[3] H.G. Sogukomerogullari, Comput. Biol. Med. 145 (2022) 105512.
[4] H. G. Sogukomerogullari, A. Delidoğan, E. Aytar, A. Köse, M. Sönmez, Inorg. Chim. Acta, 2022, *539*, 121040.
[5] H.G. Sogukomerogullari, S. Akkoc, J. Struct. Chem., 64(1) 2023, 105399. https://doi.org/10.26902/JSC_id105399

➢ *ORAL PRESENTATION*

Potential future changes of *Acomys cilicicus* based on present and future climate change projections

Zeycan HELVACI[*1] (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-1793-7460),

[*1] Aksaray Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi/Biyoloji Bölümü, Aksaray, Türkiye

*Corresponding author e-mail: zeycanhelvaci@gmail.com

Abstract

Acomys cilicicus is a rare and endemic species of Turkey and currently imperilled by human activities. A better understanding of its potential distribution and habitat suitability will aid in conservation; however, such knowledge is limited for this species. Herein, I used a species distribution model (SDM) approach with all known occurrence data from literature, and environmental variable predictors to explain habitat suitability and impact of climate change on this species. Future projection results clearly indicates that certain degree of expansion in range of this species.

Keywords: *Acomys cilicicus*, climate change, species distribution models

➢ *ORAL PRESENTATION*

The potential of tetragonal ZrO_2 and yttrium doped tetragonal ZrO_2 for sunset yellow adsorption

Şeyda KARADİREK[1*] (0000-0002-8691-0712), Özlem TUNA[1](0000-0003-1641-4155)

[*1]Yalova University, Engineering Faculty, Chemical Engineering Department, Yalova, Türkiye

*seyda.karadirek@yalova.edu.tr

Abstract

Adsorption is mostly preferred technique for treatment of textile industry wastewater among the other processes such as photocatalytic degradation, catalytic ozonation, photochemical cell, electro-coagulation, electro-Fenton, biodegradation due to its low operation cost, ease of application and chemical resistance against toxic substances. ZrO_2 was presented as a promising adsorbent for decolorization of textile wastewater it this study.
Zirconium oxide is a widely used non-hazardous and sustainable metal which possess applications in variable processes (heavy metal sequestration, oxygen sensors, dentistry, electrolytes for fuel cells, etc.) The objective of the present study was to determine the sunset yellow removal capacity of tetregonal ZrO_2 and yttrium doped tetragonal ZrO_2. The batch adsorption studies were performed in the range of 1.5-4 (mg/mL) solid/liquid ratio. The sunset yellow removal potential of tetregonal ZrO_2 and yttrium doped tetragonal ZrO_2 were defined by isotherm models. The thermodynamic behaviors of both adsorbents were explained by enthalpy, entropy and activation energy values.

Keywords: Adsorption, ZrO_2, sunset yellow.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Multiple-Resistance to Sorghum Aphid, Greenbug and Corn Leaf Aphid in Sweet Sorghum

Birgul GUDEN[1*](0000-0002-7375-6533), Hilal Sule TOSUN[2] (0000-0001-8360-2610), Cengiz IKTEN[2] (0000-0001-7574-3771), Bulent UZUN[1] (0000-0001-6228-9629)

[1]Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, 07058, Antalya, Turkey
[2]Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, 07058, Antalya, Turkey

*Corresponding author e-mail:birgulguden@akdeniz.edu.tr

Abstract

Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is a versatile crop that can be grown as a source of grain, forage, and biofuel. More than 150 insect species have been determined to have a damaging effect on sorghum production worldwide. The major insect pests of sorghum include three aphid species, sorghum aphid (*Melanaphis sacchari*), greenbug (*Schizaphis graminum*) and the corn leaf aphid (*Rhopalosiphum maidis*). Given the damaging negative impacts of aphids on sorghum production and the need to develop resistance genotypes/cultivars contributing to aphid resistance, we evaluated the resistance status of 159 sweet sorghum genotypes to these three major aphids. The number of aphids was used to score genotypes, employing a 1–5 scoring scale where 1 was highly resistant and 5 was highly sensitive. The results showed that 5 genotypes were regarded as resistant, 22 genotypes scored as 2, 25 genotypes showed a moderate level of resistance (scores of 3), and 32 genotypes were rated as susceptible (scores of 4) to at least one aphid. Furthermore, there was a single genotype (ASC305) showing high resistance to all three aphids. Studies are underway to explore aphid resistance as a potential genetic resource in breeding programs.

Keywords: aphid, resistance, sweet sorghum

➢ *ORAL PRESENTATION*

In vitro Antioxidant and Free Radical Scavenging Activity of Compounds Containing Propargyl

Seyit Ali GÜNGÖR[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3233-4529)

[*1] Kahramanmaras Sutcu Imam University, Department of Chemistry, Faculty of Science, Kahramanaras, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: sagungor@ksu.edu.tr

Abstract

Free radicals with unpaired electrons in their final orbitals are unstable molecules. They try to gain electrons from other molecules to become stable. As a result, they cause various cellular damage such as DNA damage, lipid peroxidation, protein modifications by causing unwanted oxidation reactions. Antioxidants are the body's defense system against the harmful effects of free radicals. Antioxidant molecules prevent the harmful effects of free radicals by binding to themselves, transferring hydrogen to them or repairing biomolecules damaged by free radicals. Various amine derivatives containing propargyl moiety are antioxidant agents and versatile compounds with proven pharmacological and pharmaceutical applications, such as inhibitors of some monoamine oxidase MAO-B. Compounds bearing the propargyl group have many biological activities. In this study, pyridine-derived propargyl compounds were synthesized. The antioxidant activity of these synthesized compounds (DPPH, Cuprac and H_2O_2) was investigated. As a result of the investigations, it was observed that the compounds containing propargyl in their structure have high antioxidant capacity.

Keywords: Antioxidant activity, Propargyl and DPPH

➢ *ORAL PRESENTATION*

Emission Studies in Ocean Engineering

Umit Gunes[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6942-6403)

[*1] Yildiz Technical University, Naval Architecture and Maritime Faculty, Department of Naval Architecture and Marine Engineering, Turkey.

*Corresponding author e-mail: ugunes@yildiz.edu.tr

Abstract

While production activities are increasing with great acceleration, the associated environmental impacts are of greater concern. In terms of sustainability of production, it is of great importance to minimize the impact on the environment. The emissions caused by transportation that result from production activities are the leading cause of negative impact on the environment. This issue is particularly studied in maritime transport, one of the most important modes of transport. In this study, 3428 publications containing the emission concept in the title or keywords of the Ocean Engineering journal category of Scopus were analyzed using the bibliometric method. The result of the analysis shows that the number of studies on the topic of emissions has increased significantly. Looking at the related fields of study, Environmental Sciences (921), Earth and Planetary Sciences (464), Energy (452), Chemical Engineering (242), and Social Sciences (201) are in the top 5. The top 3 journals publishing on this topic are the International Journal of Engine Research (556), Ocean Engineering (149), and Motor Ship (141). The most frequently used keywords in these publications are diesel engines (557), emission control (537), gas emissions (501), ships (487), nitrogen oxides (354) and carbon dioxide (350). The top 5 universities with the most publications on these topics are Norwegian University of Science and Technology (55), Valencia Polytechnic University (48), University of Strathclyde (47), Dalian Maritime University (40), and National Technical University of Athens (37). The countries with the most publications on these topics are China (477), the United States (465), the United Kingdom (261), Germany (171) and India (167).

Keywords: Ocean Engineering, Maritime, Bibliometric Studies, Emission, Environment.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Investigating the effectiveness of PermaSeal® Care 129 on Photovoltaic (PV) panels

Devine Onyekachukwu Enukorah[1*] (https://orcid.org/0000-0002-2715-1955), Hamza Abunima[1], Bilal Eid[2], Yaser Omar[2]

[*1]Üsküdar University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Electrical and Electronics Engineering, Istanbul, Türkiye.
[2]Research and Development Center of ENERGCO, Istanbul, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: hamza.abunima@uskudar.edu.tr

Abstract

Photovoltaic (PV) panels generate electricity by absorbing sunlight through the cells in the panel, which create electrical charges that move in response to an internal electric field in the cell, thereby causing electricity to flow. This is a form of renewable energy that is gradually becoming a globally accepted trend. The adoption of this method of electricity generation would assist in the fight against climate change. PV panels have been used in the past, but their effectiveness has decreased significantly over time. This process, known as degradation, is caused by environmental factors such as solar radiation, temperature, wind speed, relative humidity, and dust. This research sought to investigate the effectiveness of PermaSeal Care 129, a windscreen sealing material, on PV panels. For this study, six PV panels were purchased and divided into two groups: a control group and an experimental group. The sealing material was applied to the surface of the PV panels in the experimental group. A methodology was developed and used to investigate the effect of this sealing material on the performance of PV panels. Under normal conditions, an outdoor experiment was conducted on the PV panels. Weather conditions were frequently recorded, as were panel output parameters such as open circuit voltage, short circuit current, and load voltage. This ten-day experiment was conducted three times per day. An artificial dust experiment was also carried out on the PV panels. The results of these experiments were manually recorded and transferred to an Excel data sheet for analysis. According to the analysis of these results, there was no significant difference in the performance of the experimental PV panels compared to the control PV panels. As a result, not all windscreen materials are suitable for PV applications. A potential sealing material for PV applications must first undergo a thorough investigation.

Keywords: Photovoltaic, PermaSeal, Windscreen, Sealing material.

➢ *ORAL PRESENTATION*

The investigation of the biocatalytic deracemization of racemic 1-phenylethanol

Rahime Songür (https://orcid.org/0000-0002-1511-951X), Pınar Ak (https://orcid.org/), Ülkü Mehmetoğlu* (https://orcid.org/0000-0003-4293-2204)

Ankara University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Ankara, Turkey.

* Corresponding author e-mail: rsongur@eng.ankara.edu.tr

Abstract

Enantiomerically pure chiral compounds are important for the pharmaceutical industry. Different enantiomers of chiral compounds may cause different effects in drugs. While an enantiomer is biologically active, the other enantiomer is called as impurity and it may cause side effects and toxic effects. The substrate, 1-phenyl ethanol is a chiral secondary alcohol. The aim of this study is the production of enantiomerically pure 1-phenylethanol, which is commonly used in the production of pharmaceutical active substances, via biocatalytic deracemization process. The biocatalytic deracemization of racemic 1-phenylethanol was performed via concurrent enantioselective oxidation and stereoselective reduction. For both steps, whole cell biocatalysts which have different selectivity were used as enzyme sources in the deracemization process. In the first step, (R)-1-phenyl ethanol was oxidized to the acetophenone with a R-selective microorganism. In the second step, acetophenone was reduced to the (S)-1-phenyl ethanol with a S-selective microorganism. The experiments were performed in a 250 ml batch bioreactor using the temperature and agitation speed controlled orbital shaker. The products and substrate were analyzed by high pressure liquid chromatography (HPLC) with a chiral column. Some parameters affecting the deracemization process of rac-1-phenylethanol were investigated in this study. These parameters are reaction time, microorganism concentration and agitation rate. (S)-1-phenyl ethanol was obtained at the end of the deracemization process with two microorganisms in one-pot.

Keywords: 1-phenylethanol, biocatalytic deracemization, oxidation, reduction, enantioselectivity.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Türkiye'deki Irak'lı öğrencilerin seviyesini tahmin etmek için veri madenciliği teknolojisini kullanmak

Ahmed Hmatani (https://orcid.org/ 0000-0003-4936-1256), MUSTAFA YAĞCI (https://orcid.org/0000-0003-2911-3909)

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, İleri teknolojiler Anabilim Dalı, Kırşehir, Turkey

*Sorumlu yazar e-mail: ahmadabotaha1986@gmail.com

Özet

Öğrencinin bakalorya sınavını zamanında geçebileceğini tahmin etmek, okulu bırakma riski olan öğrencileri tespit etmek ve öğrencinin eğitimini tamamlamasını sağlayacak politikalarla onları desteklemek çalışmanın temel amaçlarındandır. Bu, veri madenciliği teknolojisi kullanılarak yapılır. Bu çalışma, dokuzuncu sınıftan on ikinci sınıfa kadar 233 öğrenciden oluşan bir örneklemden veri toplanan konularda öğrenci düzeylerinin etki analizine yönelik bir araştırmayı içermektedir. Bu öğrencilerle ilgili bilgiler, öğrencinin akademik kayıtlarından ve genel sınavlardan toplanmıştır. Son aşamada, tüm aşamalar için (doğum tarihi, demografi, cinsiyet, Okul Adı, aile biryinin sayısı, Başarılı girişim, Öğrencinin 12. sınıfta başarısız olduğu yıl sayısı) gibi nitelikler kullanılarak on ikinci sınıfın sonundaki öğrencilerin ortalaması tahmin edilir. öğrencinin bağımlı değişken olarak genel sınavın ortalaması (GS) ile dört akademik yıl için derslerin ortalaması ile temsil edilen bağımsız değişkenler arasında etki bulunur. Sonuçlar aracılığıyla R2 değerinin 0,72'ye eşit olduğu, F testinin P değerinin ise 0,05'ten küçük olduğu görülür. Karar ağacı algoritmasını veri madenciliğine uygularken, tahminler iki değere (geçti veya kaldı) bağlıydı ve elde ettiğimiz sınıflandırma doğruluğu AUC 0.876 idi.

Anahtar Kelimeler: Veri madenciliği, Öğrencilerin seviyesini tahmin edin, Veri Madenciliği Süreci , akademik kayıt.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Gastronomi alanında kullanılan güncel teknolojiler

Tuba PEHLİVAN (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1041-6432*)

Gaziantep Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Gaziantep/Türkiye

Sorumlu yazar e-mail: tpehlivan1@hotmail.com

Özet

İnsanoğlunun yaşamsal döngüsünün en temel ihtiyacı olan gıda, günümüzde ticari alanda da çok önemli bir yere sahiptir. Önceleri insanların kendi temini üzerinden ilerleyen beslenme faaliyeti sosyalleşen ve kentlileşen insanlarla birlikte önemli bir ticari alan oluşturmuştur. Nüfusun kalabalık olmadığı yerleşim alanlarında geleneksel yöntemler tercih edilse de bugün milyonlarca nüfusa sahip kentlerde zamanında ve yeterince besine ulaşmada teknoloji kullanımı çok önemli hale gelmiştir. Diğer yandan gıda işletmeleri sektördeki rekabet gücünü arttırmak adına piyasayı kontrol edip yeniliklere ayak uydurma gerekliliği hissetmektedir. Bu çalışmada gastronomi alanında teknolojinin kullanımını tetikleyen sebepler ve yaşanan teknolojik gelişmeler konu edilmiştir. Araştırmada nitel araştırma tekniklerinden literatür tarama yöntemi kullanılmıştır. Yapılan çalışmalara göre günümüzde tüketiciler gastronomi alanında farklı deneyimler yaşama, yeni tatlar arama, kolay ulaşılabilirlik, kişiselleştirilmiş menülere ulaşım gibi farklı isteklerde bulunabilmektedir. Bununla birlikte Covid-19 süreci ile birlikte gelen gıda işletmelerindeki kapanmalar yüz yüze hizmet veren restoranları olumsuz yönde etkilemiş ve bu konuda çözüm yolu aramaya itmiştir. Böylelikle işletmeler daha az riskli, daha az masraflı olan dijital yemek siparişi seçeneği sunan işletme konseptlerine (dijital mutfak, gölge mutfak vb.) yöneltmiştir. Sonuç olarak güncel teknolojiyi yakalayan ve yeniliklere açık olan işletmelerin menü tasarımından sunum tekniklerine, müşteriye ulaşma imkanlarından sosyal medya kullanımına kadar geniş bir vizyona sahip olmaları onları ticari açıdan avantajlı hale getirebilmektedir. Ayrıca turizm potansiyeli bir hayli yüksek olan Türkiye'nin Gastronomi alanında teknolojiyi aktif olarak kullanmasının avantajlı olacağını söylemek mümkündür. Diğer yandan günümüzdeki bir diğer önemli kavram sürdürülebilir gıda olup dijitalleşme ve kullanılan bazı teknolojik ekipmanlar gıda israfını önlemeye katkı sunmuştur. Gastronomi alanındaki teknolojik gelişmeler sayesinde işletmeler moleküler gastronomi, NBN mutfak, nörogastronomi, dijital mutfak, üç boyutlu gıda yazıcıları, robot garsonlar, sanal gerçeklik uygulamaları, nesnelerin interneti gibi teknolojilerden faydalanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gastronomi, Güncel, Teknoloji, Uygulama

➢ *ORAL PRESENTATION*

Retrotransposon-based genotyping on local rice (*Oryza sativa*) varieties through IRAP

Mine Koyak[1*], Tamer Gümüş[1], Sinan MERİÇ[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0336-0004), Alp Ayan[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3749-0472)

[*1]T.C. Istanbul Kültür University, Faculty of Science and Letters, Department of Molecular Biology and Genetics, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: a.ayan@iku.edu.tr

Abstract

Rice is one of the most important steple food in more than 100 countries in which it is the daily calorie source of the population. Despite the fact that there are more than 110,000 cultivated rice varieties with alterations in quality and nutritional content, post-harvest processing properties, rice preferences are also depend on regional and cultural preferences as well as need for stability. Retrotransposons can be used as markers because of their insertion may create new joints between genomic DNA and their conserved ends. To detect polymorphisms for retrotransposon insertions, marker systems generally rely on PCR amplification between these ends and some component of flanking genomic DNA. In this present study, sixteen different local rice varieties were evaluated throuh retrotransposon based genotyping through *Houba* (*Tos5/Osr13*) sequences which are distrubuted in rice genome widely. IRAP-PCR of *Houba* primers resulted in 14 PCR fragment lines ranging from 500 to 6000 base pairs. Scores of 21.43% and 78.57% of monomorphic and polymorphic bands were recorded, respectively. The proportion of appearing polymorphism was 66% on the highest and 0% in the lowest. This multiplicity was used to measure the difference between the studied cultivars; however, there were no unique bands in all cultivars for each IRAP primer.

Key words: Retrotransposon, IRAP-PCR, *Houba*

➢ *ORAL PRESENTATION*

Hydrogen uptake studies of the synthesised 2,6-pyridinedicarbonitrile polymer at different temperatures

Songül Kaskun Ergani[1*] (*https://orcid.org/0000-0002-2760-2218)*, Turgut Sönmez [2] (*https://orcid.org/0000-0002-3927-2551*)

[1]Department of Environmental Engineering, Engineering Faculty, Karabuk University, 78050 Karabuk, Turkey
[2]Department of Energy Systems Engineering, Technology Faculty, Karabuk University, 78050 Karabuk, Turkey

[*]songulkaskun@karabuk.edu.tr

Abstract

Covalent Triazine Frameworks (CTFs)[1] are highly promising materials for hydrogen storage applications since this class of materials possess high nitrogen content, surface area, pore volume, and micro/mesoporous structures.[2] Herein, 2,6-pyridinedicarbonitrile covalent triazine framework was synthesized via classical iono-thermal route ($ZnCl_2$, 400/600 °C) and it was characterized via elemental analysis, BET surface areas, XPS, XRD, SEM and FT-IR. Sieverts-like apparatus was used to detect hydrogen adsorption capacities of the synthesised CTF. Gravimetric hydrogen storage capacities of 2,6-pyridinedicarbonitrile was measured under pressures of 5 bar at -150, 175 and 190 ℃. Based on the results, hydrogen uptake of 2,6-pyridinedicarbonitrile is the highest one was detected specifically as 2.72 wt.% at 5 bar pressure and -190 ℃ outperforming the state-of-the-art 2D porous organic polymers that have been reported in the literature compared to other investigated temperatures. The highest hydrogen uptake of 2,6-pyridinedicarbonitrile is specifically correlated to its highest nitrogen (N) amount, largest pyridinic N-moieties, the highest defected structure, crystallinity and microporosity rather than to the largest specific surface areas and pore volumes at -190 ℃. Further studies pointed out that the CTF materials can be employed for reversible hydrogen storage medium as it was observed that the experiments were repeated three times without any loss of H_2 uptake. Consequently, from the experimental studies, it was revealed that CTF polymer materials are highly promising materials for reversible hydrogen storage and can be potentially used in hydrogen storage applications.

Keywords: Polymer, CTF, Hydrogen storage

References

1. Tuci, G.; Pilaski, M.; Ba, H.; Rossin, A.; Luconi, L.; Caporali, S.; Pham-Huu, C.; Palkovits, R.; Giambastiani, G., Adv. Funct. Mater. 2017, 27 (7), 1605672
2. Sönmez, T.; Belthle, K. S.; Iemhoff, A.; Uecker, J.; Artz, J.; Bisswanger, T.; Stampfer, C.; Hamzah, H. H.; Nicolae, S. A.; Titirici, M.-M. ; Palkovits, R., *Catal Sci & Technol* **2021,** *11* (18), 6191-6204.

1.2. FULL-TEXT PAPERS

➢ ***ORAL PRESENTATION***

An assumption for artificial intelligence comprehending relation between machines and consciousness

Sercan Yalçın[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1420-2490*)

[*1] University of Adiyaman, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Adiyaman, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: svancin@adiyaman.edu.tr

Abstract
Transcending humans means copying, reaching for, and surpassing fundamental human characteristics, such as higher-level cognition related to conscious sensing. Comparing computers to humans and whether machines can be fully conscious are important areas of discussion in computer science and neuroscience. Today, many researchers continue their artificial intelligence studies. However, few researchers have investigated the level of human intelligence and the extent to which it can adapt to computer consciousness. In this study, an inspection is per-formed for artificial intelligence grasping the relation between the computer and consciousness. This study examines the connection between consciousness and computers from a theoretical computer science perspective. As a result of the re-search, it has been revealed that computers can already be conscious on the basis of the definition and scope of consciousness, such as cognitive architectures for artificial minds, the future of noetic science, and *g* technology.
Keywords: Artificial Intelligence, Computer and Consciousness, Cognition, Machine Learning.

INTRODUCTION

For centuries, scientists have explored the brain nature and relationship between it and mind, typically focusing on the problem of mind and body, on the premise of an internal dualism (Signorelli, 2018; Chollet, 2019). The importance of these researches is further increased in producing machines capable of acquiring certain human abilities such as emotion, subjective past experiences, and even consciousness simulation. Many advanced artificial intelligence projects and novel ideas have aimed to make the machines conscious. The source of these ideas is that the brain only encodes and processes sensory data. In these studies, it is thought that when brain functions are learned in detail, it will be possible to simulate these functions with a computer program. However, although attempts at creating supercomputer brains have been plentiful, the notion that these attempts have been entirely successful is misleading. Generating novel software programs to analyze the data of brain instead of brain simulation and applying these tools to the desired artificial intelligence theories are the most researched approaches today. Some researchers are adamant that it may be possible to simulate neuroscience with computers. However, since Signorelli (2018) does not believe that conscious-ness is calculable, he thinks that these attempts will always fail. This may be due to the brain's idea that many experiences, including sight and smell, cannot be computerized (Signorelli, 2018; Langdon et al., 2022). Instead of solving these problems, this article focuses on "Can Computers Be Fully Conscious?" seeks an answer to the question. This study aims to present some recent studies and clear up misunderstandings of some important concepts. Efforts to transcend human abilities are explored in relation to the subject of making the machines conscious to demonstrate their close relationship and the same controversial results. In addition, some definitions and speculative considerations are dis-cussed in order to be the pioneer of later studies. To what extent is the intelligence of humans sufficient for the production of all-round conscious machines? In order to clarify some of the above questions, some information is given about human abilities and what can be understood by human intelligence. Existing common views on computation, cognitive computation, and information processing are included. A theoretical research on artificial intelligence, which comprehends the relationship between computer and consciousness, is presented. Also, requirement of the consciousness is discussed for making machines with similar to the intelligence of the brain. Existing hypotheses about how consciousness might work are shown. Some inferences have been made from the idea of making brain-like machines in order to reach conscious-ness and overcome humans. The word consciousness is similar to the word 'spiritual'. Does a dog, monkey, mouse, or other baby creature and human count consciously? Such creatures may have a place in the sense of consciousness in various fields such as neurophysiology, psychology or philosophy.

However, if consciousness exists in computer science and engineering, it must be testable and applicable, it must be de-fined and interpreted mathematically (Blum et al., 2021).

John Searl experimented in a room with many books with rules about changing Chinese symbols trying to teach a sentence written in Chinese to a non-Chinese speaker. Searl argued that a person who does not speak Chinese can gain a consistent education. Here, the rules in the books are simply expected to be followed exactly. An outsider asked a question and was able to get an answer. Actually, in this case, there is clearly mind/consciousness. This event is similar to processing a natural language coded into a computer program. But where consciousness is not clear. Although the person answered, he did not understand anything because he did not speak Chinese. Some conscious rules in the book? How is the interaction between the per-son and the books? How is the room as a whole? Is consciousness in our neurons?, our synapses?, neurotransmitters? Where exactly does it originate from? Since these questions have not been definitively answered, this issue is still an unresolved issue (Blum et al., 2021).

Alan Turing offered a pragmatic approach. His approach to the question is: If it walks like a duck, quacks like a duck, and swims like a duck, then it's probably a duck. So, in the consciousness test, if a human cannot understand whether he is talking to a human or a machine when he is chatting with an interface, he can infer that the machine containing the interface is conscious (Turing, 2021).

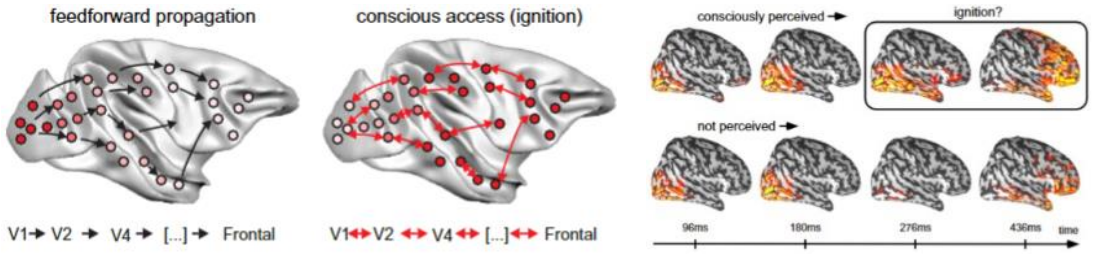
In the Darwin and Telepathy test, if there are residual concerns that Zombies passing the Turing test, there are two options for this approach (Harnad, 2021). The first is to remember yourself that even the Blind Watchmaker who has advanced you engineering has no better way to go. Only Turing functions are valid in survival and reproduction. Darwin has no more telepathy than you. Thus, there is no reason to doubt that Zombies can pass the Turing filter of evolution and robotic engineering can pass through the Turing filter (Demetriou et al., 2021).

Turing and telekinetic method aims to realize that "the problem of explaining how and why we are not Zombies, known as the mind/body problem, is a difficult problem (Harnad, 2021). However, if emotions were physical forces like everything else, this difficult problem might be solved. There is no evidence that causal forces exist, so forward and backward engineering can only explain how things are done, not how they feel. So, the relationship in the machine will continue to be an issue even after all the experimental work of cognitive science is done.

In this paper, some assumptions are made for artificial intelligence comprehending relation between machines and consciousness. To do this, different parameters of consciousness and testing stages are explained in order to understand consciousness and test consciousness.

MATERIALS AND METHODS

The concepts of consciousness and intelligence should be treated separately, as there is no evidence of their interdependence (Langdon et al., 2022). In this section, it is aimed to reveal the relationship between consciousness and human intelligence. Instead of phenomenal experience or qualia, operational sides of the consciousness, such as access to consciousness, have been explored. These functions are cognitive functions can be tried and creatures operate if they become conscious but whose content they do not know are discussed. The term "general intelligence" as used herein is tentatively used as the ability to use information and patterns learned via experiences, as well as to learn and successfully solve new tasks. In this way, the intelligence is calculated by the efficiency of transfer learning, which is consistent with some previously defined concepts of human intelligence (Leike and Hutter, 2018). Let's take a look at how consciousness relates to neuroscience. Mashour et al. (2020) presented a neuronal form of the Global Neuronal Workspace (GNW) theory, one of the neuroscience consciousness theories. Accordingly, conscious access takes place when obtained information is presented globally to more than one brain system, as illustrated in Fig. 1(a). This access is via a neuron network with long-range axons densely dispersed in the prefrontal, parietotemporal, and cingulate cortices. A neural feature of this global information broadcast is illustrated in Fig. 1(b). Accordingly, it is an all-or-nothing perceptual a network activation of outer brain regions, possibly performed by long-range repetitive connections.



a) b)

Figure 1. Global workspace of the brain. A schematic representation of Global Workspace Theory (GWT) (Kanai et al., 2019)

Kanai et al. (2019) introduced the conscious Information Generation Theory (IGT), considering commonalities in cognition-based cognitive functions. This theory claims that one of the functions of consciousness is to construct sensory reflections of past or future event outside of the present. Hence, it is argued that it is possible to close the temporal gap. There are some research areas that can be inspired by the approach of interdisciplinary. One of them is the problem of increasing the efficiency of data in artificial intelligence studies. For example, although deep neural networks are very good at recognizing and classifying images, large data warehouses of labeled images are needed to learn their distinguishing features. Although percentiles are obtained by parameters such as accuracy, precision or F1 score in recognition and classification, the success rate decreases in prospective production, repetitive results or real-time analysis. However, human has the ability to learn a visual object from much less sample space. Lake et al. (2017) focused on finding solutions to causal forms of the world that can realize recognition and idea generation and explanation regarding the object, rather than only applying standard pattern or object recognition applications of such human-induced learned machines. The authors claim that in order to support and develop the learned knowledge, intuitive physics and psychology theories should be based and knowledge should be obtained quickly. In addition, the method of producing compositions and learning while teaching is useful to generalize to new versions of learned knowledge. These are all important learning parameters necessary to achieve successful learning from small sample data. Wang et al. (2021) suggested a video game called “Alchemy” as a benchmark. The authors developed this game to examine the conceptual aspect of existing methods. These authors show that existing methods have achieved a knowable "glass ceiling" for exploring and using the abstract task structure. Thus, human capabilities for learning of structure and neural structures of those capabilities can be presented as a useful resource for further progress in artificial intelligence. Human and animals usually display various behaviors so that other individuals can benefit from them. It is debatable whether such positive behavior stems from self-thinking for people or genuinely caring about others. The outcome of decision-making of others may include the influence of others' benefits or values on self-directed decision-making. Fukuda et al. (2019) researched the neural aspects of the social value effect. They analyzed how a bonus reward for others could be involved in one's own value-based decisions relative to the situation in which participants were presented to them. They discovered that the bonus offering was operated in the brain's left dorsolateral prefrontal cortex (ldlPFC).

Some Hypotheses of Consciousness and Interaction

Assuming the consciousness is not a problem of computational capacity, the reduction in temporal efficiency can be thought to be due to the architecture of consciousness. Much research has focused on revealing how consciousness arises from the brain. However, although these research and theories are partially correct, they have many shortcomings. The shortfall is that the theories are direct explanations of the phenomenon rather than descriptive the phenomenon theories (Dehaene et al., 2014; Tononi and Koch, 2015). In a study, Signorelli (2018) proposed the neural dynamics model associated with Cognition and experimental evidence. In this study, he proposed different activity types raised by targets masked by three cortical areas saved in the left and right hemispheres of the brain. A phenomenon is a perpetual perceptual dynamic, since it is not possible for the observer to know the new disc color in advance, especially if the perception is not retroactively constructed (Herzog et al., 2016). Fig. 2 shows the cognition types, their relationship to systems, and the information processing stages.

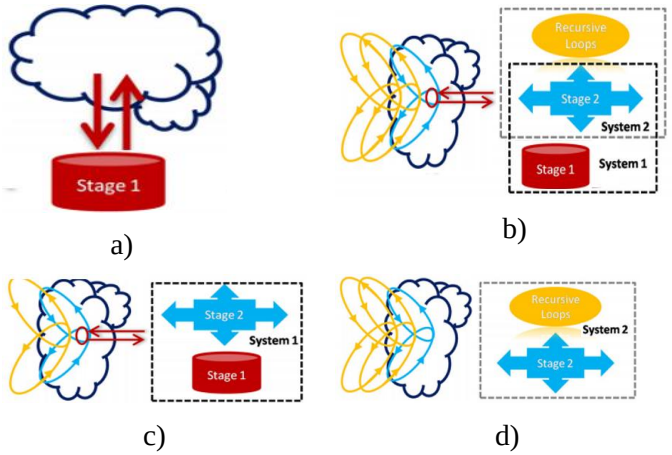


Figure 2. Cognition types, relations with information stages a) Type 0 Cognition: No Access information b) Type 1 Cognition: Holistic information c) Type 2 Cognition: Rational information d) Type ∞ Cognition: Supra rational information (Langdon et al., 2022)

Fig. 2(a) shows Type 0 Cognition as Stage 1. This stage matches with automatic and unconscious processes in the fundamental layers. Fig. 2(b) as Stage 2 is associated with cognition and conscious sensing as holistic information represented with Type 1 Cognition if two or more major layers interact. Fig. 2(c) shows the iterative cycles of Stage 2 matches with processes of conscious usage of contents. With the Stage 2 interaction, System 2 is produced that this system is another version of classical and deterministic model. As seen in Fig. 2 (d), System 2 without associated with System 1 corresponds to Type ∞ cognition. This cognition type is a hypothetical or speculative scenario revealed by the theoretical type framework. On the other hand, System 1 may be needed for the emergence of System 2 in living things. Fig. 3 shows four hypotheses for the consciousness interaction approach (Gaillard et al., 2009; Silverstein et al., 2015). Here consciousness is interpreted as the interaction of different neural network dynamics working by using information to address some network problems. The brain is classified into several main layers as well as different layer levels in Hypothesis 1, with each main layer as a kind of interconnected neural network. Each master layer can process information independently of other base layers, thanks to its oscillatory properties as shown in Hypothesis 2. However, when executed simultaneously to solve independent problems, it creates some sort of interference with each internal process in the processing component, Hypothesis 3. In Hypothesis 4, it is stated that consciousness as a whole will emerge from this interaction and intervention. In this literature, they are known as hypotheses of the consciousness interaction.

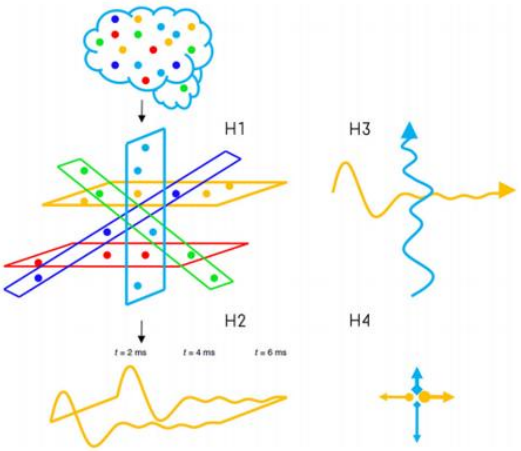


Figure 3. Four hypotheses for the consciousness interaction approach. Hypothesis 1 (H1); Hypothesis 2 (H2); Hypothesis 3 (H3); Hypothesis 4 (H4) (Mashour et al.,2020)

Relationship Between Computer and Consciousness

The brain may not work like computers. This is because living beings save past experiences in their brains using neural connections between object and environment. In contrast, a computer saves data in blocks of short-term and long-term memory. This difference means that the information of the brain processing is also different from the way operating of computers (Nguyen et al., 2015)

People working in artificial intelligence are considered very knowledgeable in account of the limitations of their tools. The following four questions are questions to consider for a machine learning and artificial intelligence project (Davis et al., 2020; Hechi et al., 2021).

a) Is there external validation where an enhanced neural network is tested against a dataset that is not only different from the training set, but from a collection context more reflective of the clinical population?
b) If the task is a classifier such as disease identification, object prediction, how well do these neural networks perform against classifier standard regression? It performs as well as many classical logistic regression neural networks.
c) If the task is a classifier, what is the basis of the "fundamental truth" in the training criteria? Are there objective criteria for this fundamental fact, such as death and tissue-proven cancer?
d) Could there be hidden confounders in the training dataset? When interpreting the outcome of a machine learning or artificial intelligence project, one should always beware of hidden confounders in the training data, particularly selection bias. Indications in biomedicine may result from practices of labelling and grouping and preselection of warranted patient characteristics. It should be known that any bias in the original dataset will be reflected by the artificial intelligence.

Langdon et al. (2022) proposed the CTM model is explained the computer consciousness relation with an example. In this section, firstly, the general structure of the deterministic CTM. The main components of the CTM architecture are Short Term Memory (STM), Long Term Memory (LTM) (processors), Down-Tree, Up-Tree, Links, Input maps, Output maps, and fragments. The main dynamics include stack generation, competition for STM, broadcasts to LTM, link formation, input-output mapping, and predictive and feedback-based learning. Fig. 4 shows the CTM-like model. In CTM, there is always only one and the same actor on a stage. At each step-in time, that player is given the winning piece as a script for broadcast. Down-Tree is the broadcast system, Up-Tree is the competitive process, and LTM is the audience of processors, each competing for their share (the player) on the stage.

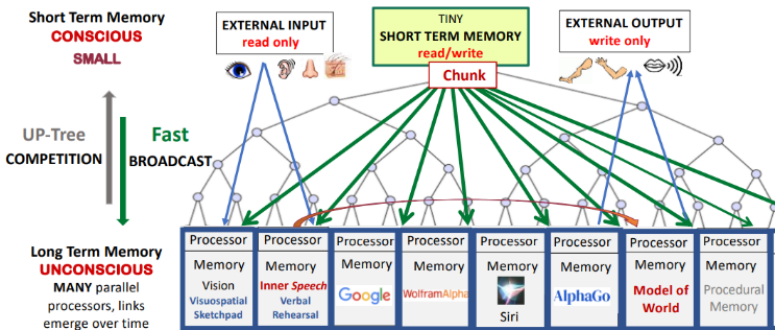


Figure 4. The structure of conscious turing machine (Langdon et al., 2022)

The defined CTM is completely deterministic. As shown in Fig.5, a coin flip neuron is a device that takes as input a ordered (a, b) pair of non-negative real numbers ($a \geq 0$ and $b \geq 0$) and does the following in one step: if $a > 0$ or $b > 0$ gives a with probability $a /(a + b)$, otherwise b; otherwise ($a + b = 0$) gives a with probability $\frac{1}{2}$ (10).

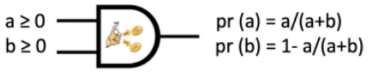


Figure 5. A coin-flip neuron on input (a, b) with $a + b > 0$ (Langdon et al., 2022)

Let F be any social competition function. Then for each pr processor and time $t \geq 0$, the probability of pr winning the competition starting at time t, which is by definition $F(S_{pr,t,0})$ is in STM at time $t+h$, $F(S_{pr,t,0})/\sum$ All N STM memory and proccesors TM pr' $F(S_{pr',t,0})$. Here, pr wins the competition at time t. For all pr and t, the probability of $S_{pr,t,0}$ reaching STM at time $t+h$ is independent of the position of pr or any other processor on the leaves of the Up-Tree. Similarly, the permutation chosen to assign processors to leaves of the Up-Tree has no effect on the order of broadcasts from STM. While this convenient result is valid for the competition function $F(S_{pr,t,d}) = D(S_{pr,t,d})$. This is F $F(S_{pr,t,w}) = W(S_{pr,t,w})$ will also apply to STM. Here, $D(S_{pr,t,d})$ is the density function, $W(S_{pr,t,w})$ is the weighting function, w is the weight value at time t. For any additional competitive function F, background pieces constantly lurk in consciousness, pieces that take up only a small fraction of the time in the STM. It should be known that they are completely unconscious, only CTM is intensely focused on something. This property is one of the important features of probabilistic CTM with additive competition function.

RESULTS AND DISCUSSION

In this section, the results and assumptions on artificial intelligence and the future of consciousness are presented. There are three different theories currently known. The first is the standard theory that has already been outlined. In this theory, the result is taken as the central process and the process is reduced by various facilitators. The second theory claims all processes of the individuals, but g perse does not represent any psychological process. Third, Dynamic Mental Field Theory (DMFT) claims that g is a psychological entity that contains basic processes. The contradictions and differences between these three theories may accelerate research in the future.

Noetron has been proposed by the human brain as a center of meaning of the human mind, but still far from artificial intelligence systems (Davis et al., 2020; Hechi et al., 2021). Noetron's primary function is to create representative instances of the environment that have meaning for the living-beings. It defines objects in relation to each other, and also provides an opportunity for them to be reflected and redeveloped at will, including themselves, by abstracting and representing. Noetron progresses by combining levels, going from episodic to representation, from inferential to truth, and epistemic control. To solve problem of different units are very similar languages that must be learned in every field. Based on a network, a noetron is an architecture that interacts with many other networks. Hence, "the ability to flexibly switch between network states underpins individual differences in g. It took nearly a thousand years for evolution to reach the human brain. Artificial intelligence, developed from the most advanced data and applications, has so far failed to fully simulate it.

The intelligent software innovations that could address and implement human-inspired real world problems is a long-running field of study in artificial intelligence. However, until now, there is no such advanced system for artificial intelligence in the modern sense. In fact, machine learning algorithms such as complex deep neural networks, which use big data to be discovered, are needed for very specific methods such as learning in artificial intelligence, object recognition, video analysis, powerful face recognition or medical diagnosis. Despite the high success rates of the algorithms produced as a result of research, these deep architectures are not completely intelligent. The intelligence of the developed algorithms is found in the software developer and the developers who wrote the algorithms. Therefore, they are limited to using an off-the-shelf software, application or tool without making any generalizations over another ready and specific dataset. For example, even artificial intelligence methods that have been put forward in recent years and include abstraction including reinforcement learning models, evolutionary generative adversary networks, and long-short-term memory techniques, are very inadequate in real-life applications. However, learning from the environment without supervision has the ability to evolve models into intelligent agent populations.

The human brain is a complex system with various response systems, including the senses, muscles, and skeletal system, capable of thinking in a planned interactive way, moving the body, and exhibiting actions and behaviors (Haikonen, 2020). With the idea that autonomous robots should have a cognitive system similar to this brain system, a number of network architectures have been developed for artificial neural and symbolic cognitive systems. These architectures must be based on systems that understand. Therefore, a cognitive architecture should be a system with multimodal sensors capable of generating self-identifying perceptions. Symbols are not self-explanatory and can describe repetitive forms of neural activity if they are sensory-derived from the real world.

Therefore, a suitable cognitive architecture must be a neural architecture capable of supporting networks of meaning.

"Can computers be fully conscious?" The question was posed by Turing about seventy years ago and is open to debate. This study, "Can computers be fully conscious?" What could be the answer to the question and the results of artificial intelligence researchers trying to discover and simulate the possibility of consciousness in machines were examined and various interpretations were made. As a result of the hypotheses, various articles and project studies about this computer-consciousness interaction, research provides intriguing answers to this discussion question. First, it illustrates the misperceptions and propositions when mentioning related to the artificial intelligence and brain. This may be further proof of the necessary to interact very closely with the biological and computational sciences including neuroscience. Secondly, an attempt has been made to conclude these researches positively and to create an opportunity to produce conscious machines. However, paradoxical consequences can arise from this idea as to what a conscious machine means. It is part of many works in progress.

CONCLUSION

In this study, it has been investigated whether a global model could be presented on the basis of computation waiting to be replicated and viable connected to artificial intelligence with the physical properties and emerging features of the brain. Consequently, as noted in various articles, the idea of information processing needs to be interpreted cautiously, especially in neuroscience, different from the general computational sense. Through the articles reviewed, hoped that these claims on the computer-consciousness interaction will be developed in more depth and correlated with other consciousness theories taking into consideration the similarities and differences. With this respect, it is sensible to think that there is a need for a new focus integrating modern theories. As a result, the popular prediction is that artificial intelligence may be soon surpassing the abilities of the human mind and replace the contemporary weak artificial intelligence.

REFERENCES

Blum M, Blum L 2021. A Theoretical Computer Science Perspective on Consciousness. Journal of Artificial Intelligence and Consciousness, 8(1): 1-42.

Chollet F 2019. On the measure of intelligence. arXiv preprint arXiv:1911. 01547 (cs.AI).

Davis E, Marcus G 2020. Rebooting AI: Building Artificial Intelligence We Can Trust. United States: Knopf Doubleday Publishing Group.

Dehaene S, Charles L, King JR, Marti S 2014. Toward a computational theory of conscious processing. Curr. Opin. Neurobiol., 25: 76–84.

Demetriou A, Golino H, Spanoudis G, Makris N, Greiff S 2021. The future of intelligence: The central meaning-making unit of intelligence in the mind, the brain, and artificial intelligence. Intelligence, 87: 101562.

Fukuda H et al. 2019. Computing social value conversion in the human brain. Journal of Neuroscience, 39:5153–5172.

Gaillard R et al. 2009. Converging intracranial markers of conscious access. PLoS Biol., 7: e1000061.

Haikonen POA 2020. On Artificial Intelligence and Consciousness. Journal of Artificial Intelligence and Consciousness, 7(1): 73-82.

Harnad S 2021. Why and How We Are Not Zombies. Journal of Consciousness Studies, 1: 164-167.

Hechi ME et al. 2021. Artificial Intelligence, Machine Learning, and Surgical Science: Reality Versus Hype. Journal of Surgical Research, 264: 1-9.

Herzog MH, Kammer T, Scharnowski F 2016. Time slices: what is the duration of a percept?. PLoS Biol. 14: e1002433.

Kanai R, Chang A, Yu Y, Magrans de Abril I, Biehl M, Guttenberg, N 2019. Information generation as a functional basis of consciousness. Neuroscience of Consciousness, 1:1-10.

Lake BM, Ullman TD, Tenenbaum JB, Gershman SJ 2017. Building machines that learn and think like people. Behavioral and Brain Sciences, 40: e253.

Langdon A, Botvinick M, Nakahara H, Tanaka K, Matsumoto M, Kanai R 2022. Meta-learning, social cognition and consciousness in brains and machines. Neural Networks, 145: 80-89.

Leike J, Hutter M 2018. On the computability of solomonoff induction and AIXI. Theoretical Computer Science, 716: 28–49.

Mashour GA, Roelfsema P, Changeux JP, Dehaene, S 2020. Conscious Processing and the Global Neuronal Workspace Hypothesis. Neuron, 105(5): 776-798.

Nguyen A, Yosinski J, Clune J 2015. Deep neural networks are easily fooled: High confidence predictions for unrecognizable images. In: 2015 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 427-436, USA.

Signorelli CM 2018. Can Computers Become Conscious and Overcome Humans?. Frontiers in Robotics and AI, 5(121).

Silverstein BH, Snodgrass M, Shevrin H, Kushwaha R 2015. P3b, consciousness, and complex unconscious processing. Cortexv, 73: 216–227.

Tononi G, Koch C 2015. Consciousness: here, there and everywhere?. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B, 370:20140167.

Turing AM 1950. Computing Machinery and Intelligence. Mind, 49: 433-460.

Wang JX et al. 2021 Alchemy: A structured task distribution for meta-reinforcement learning. arXiv preprint arXiv:2102.02926 (Cs).

➢ *ORAL PRESENTATION*

European Union – Vietnam Free Trade Agreement (EVFTA): Opportunities and Challenges for Vietnam's Seafood Exports

Dung Nguyen Huu[1*]

[1]University of Transport Technology (UTT), Faculty of Transport Economics, Hanoi, Vietnam

*Corresponding author e-mail: dungnh@utt.edu.vn

Abstract
The Vietnam - European Union Free Trade Agreement (EVFTA) is expected to create many new breakthrough opportunities for Vietnam's seafood exports. The study uses descriptive and comparative statistical methods to analyze and evaluate opportunities and challenges for the growth of Vietnam's seafood exports to the EU market. Research results show that the EVFTA has brought positive effects, making an increase in seafood export orders to the EU, businesses in the seafood industry have a favorable business environment. However, the EVFTA also brings significant challenges such as: meeting strict regulations on rules of origin under the Agreement; increasing production costs for businesses; increasing competition among countries having the same production and exporting activities to the EU in the field of seafood. The study also proposes a number of solutions to promote Vietnam's seafood exports to the EU in the near future.
Key words: EVFTA, seafood export, Vietnam - EU, opportunities, challenges

INTRODUCTION

Vietnam is a country with a coastline of 3260km, which has many advantages in seafood export activities, including wild-caught seafood and aquaculture products. In recent years, seafood is one of the 10 commodity groups with the largest export turnover of the country. Specifically, Vietnam's seafood exports in 2020 and 2021 are USD 8.41 billion and USD 8.89 billion, respectively (General Department of Customs, 2022).

The European Union (EU) has always been known as one of the leading seafood export markets of Vietnam for many years. In 2021, Vietnam's seafood export turnover to the EU ranks third with a value of about $1.076 billion (VASEP, Vietnam's seafood export report in 2021, 2021). Vietnam and the EU have signed EVFTA, taking effect from August 1st, 2020. This is a new generation comprehensive agreement and the first FTA of the EU with a middle-income country like Vietnam. This event is expected to create a new breakthrough opportunity for Vietnam's seafood exports to the EU market thanks to a series of commitments on preferential tariffs, contributing to making Vietnamese seafood more competitive in price compared to the EU market. with similar products in neighboring countries; FDI attraction is expected to increase, production technology and product quality are focused on improving to meet EU standards; The business and institutional environment is ensured in a more stable and transparent direction because the legal system has also been adjusted and supplemented with regulations to be consistent with the signed FTA.

However, seafood exports to the EU market still face many difficulties from non-tariff measures such as rules of origin, technical measures (TBT) and sanitary and phytosanitary measures (SPS). anti-dumping measures… In which, TBT and SPS measures are also widely used in the world today. In the context that Vietnam implements EVFTA and Vietnam's seafood exports also face many regulations in the EU market, the article clarifies opportunities and challenges of Vietnam when exporting seafood to the market. EU.

MATERIALS AND METHODS

The study uses descriptive statistics, comparative analysis, and secondary data from reports of the Vietnam Association of Seafood Exporters and Producers (VASEP), etc. to analyze and evaluate the actual situation. Vietnam's seafood exports to the EU market in the period 2010-2021, identifying opportunities, challenges, strengths and weaknesses, especially when Vietnam has signed the EVFTA with the EU.

RESULTS and DISCUSSION

EVFTA and regulations affecting Vietnam's seafood exports

EVFTA has been negotiated since June 2012. On June 30, 2019, the Agreement was signed in Hanoi. After a period of ratification by the EU Parliament and the National Assembly of Vietnam. EVFTA takes effect from August 1, 2020. This is an important event that opens up a new step for Vietnam in bilateral trade relations with the EU. The basic contents of the Agreement affecting seafood exports of Vietnam can be mentioned as follows:

Firstly, commitments on tariffs: Nearly 50% of tariff lines will be reduced to 0% as soon as the Agreement comes into effect; more than 50% of the remaining tax lines are eliminated according to the roadmap from 3 to 7 years. For example, frozen black tiger shrimp, whole black tiger shrimp, etc. are immediately reduced to 0% tax. Other shrimp products have a 3-5 year reduction schedule, only processed shrimp have a 7-year tax reduction schedule. Pangasius products have a 3-year roadmap, especially smoked pangasius needs 7 years to return to 0%. For canned tuna and surimi, the EU applies quotas of 11.5 thousand tons and 500 tons, respectively (Agency of Foreign Trade, 2021).

Second, commitment on rules of origin: Vietnamese seafood to the EU to enjoy tax incentives must ensure rules of origin and fall into one of the following three cases: (1) Goods of pure origin; (2) Cumulative originating goods, including goods formed from materials originating in whole or in part from the EU/Vietnam and processed or produced in Vietnam; (3) Goods made entirely in Vietnam, using a part of non-originating materials produced in Vietnam or the EU. In addition, the EVFTA also stipulates that the parties can use the self-certification mechanism of origin in addition to the traditional Certificate of Origin (C/O) mechanism, which means that the two sides agree to allow exporters self-certification of origin.

Third, commitment on technical trade barriers (TBT): EVFTA requires Vietnam and the EU to strengthen cooperation in the field of standardization, standardization and conformity assessment processes in order to increase mutual understanding of their respective systems and facilitation of trade between the two parties; review technical regulations when necessary to ensure certain conformity with corresponding international standards such as those of ISO, IEC, ITU, Codex. The EU and Vietnam both commit to consider and recognize the equivalence of technical regulations of the other Party upon request.

Fourth, commitment on food hygiene and safety measures and animal and plant quarantine (SPS): The EVFTA Agreement affirms that the parties comply with the WTO's SPS Agreement and the standards of international organizations. such as Codex, OIE and IPPC to protect human, animal or plant life or health within the territory of Vietnam and the EU, limiting the use of these measures to hinder trade; allowing each party to establish a list of agricultural, aquatic and food exporters that meet the requirements of SPS to send to the other party. With SPS measures difficult for Vietnam to meet, Vietnam has the right to choose one of three ways: (1) have time to prepare and implement; (2) propose equivalent measures; (3) technical assistance to help Vietnam gradually improve its capacity to meet requirements.

Fifthly, trade remedies and anti-dumping and anti-subsidy measures: Vietnam and the EU agree that these measures can be used on the basis of fairness, transparency and compliance. accordance with relevant WTO regulations, while taking into account the interests of the party subject to these measures.

Sixthly, commitment on intellectual property: The Agreement clarifies a number of issues related to intellectual property protection in order to prevent the product origin being equated with a geographical area other than the origin of that product; stipulates the time for filing complaints if the trademark is infringed on geographical indications. The EU will protect 39 geographical indications of Vietnam such as Quang Ninh oysters, Ha Long squid and seafood products such as Phu Quoc fish sauce.... (Hoang & Tan, 2020)

Seventh, commitment to labor: Like other industries, employing workers for export seafood production must also comply with the provisions of the International Labor Organization (ILO) and the ILO Declaration of Principles. fundamental rights and rights at work will respect, promote and effectively implement the principles of fundamental rights in the workplace.

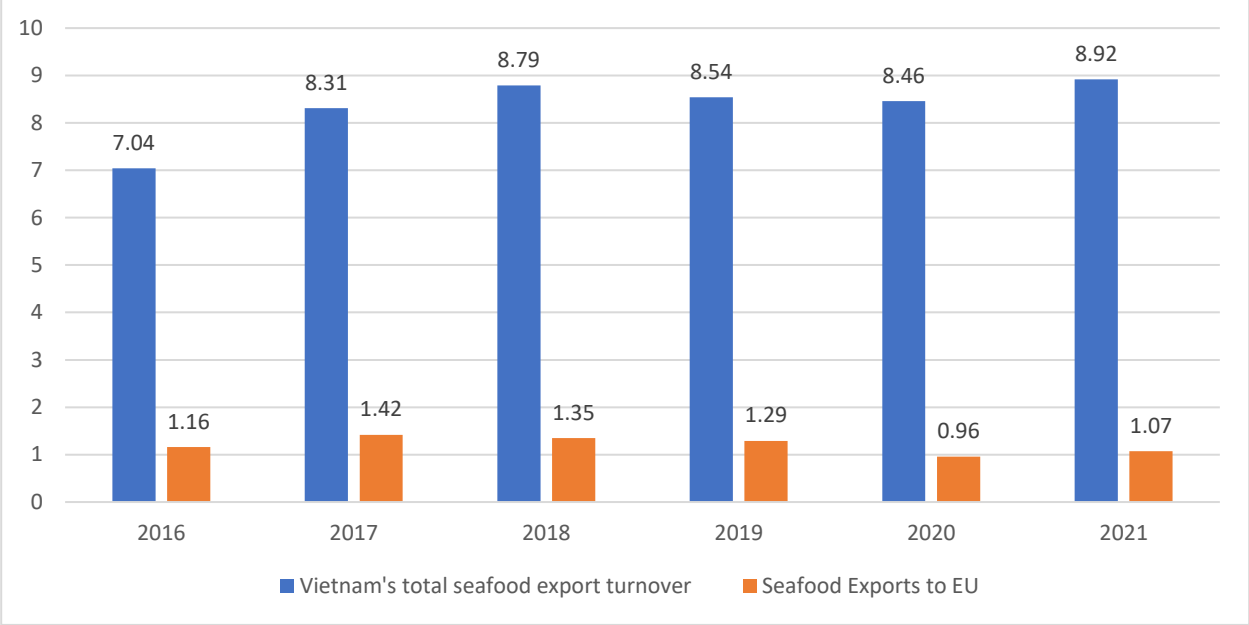
Current status of Vietnamese seafood exports to the EU market

Vietnam's seafood exports to the EU have decreased gradually in the years 2017-2020, after increasing from 1.22 billion USD in 2016 to nearly 1.5 billion USD in 2017. In 2020, Vietnam's seafood exports Vietnam to the EU only reached 958.7 million USD, down about 26% compared to the previous year, this is the largest decrease in the period 2017-2020. The cause of the decline in turnover in 2020 is that the UK leaves the EU market,

while this is a large seafood import market of this bloc with import turnover from Vietnam from 280-340 million USD/year . Besides, the cause comes from the impact of the COVID-19 pandemic in the EU market area.

In 2021, Vietnam's seafood exports will be worth US$8.9 billion (up 5.8% over the same period in 2020). In which, Vietnam's seafood export turnover to the EU market is about $1.077 billion, up 12.3% compared to 2020, making the EU the third largest market after the US and Japan. It can be said that this is a positive result in the first year that Vietnam implements the EVFTA, businesses have made good use of the preferential conditions brought by this Agreement.

Total seafood export turnover of Vietnam and exports to the EU
Unit: USD Billion



Source: Data from Viet Nam General Department of Customs, 2021

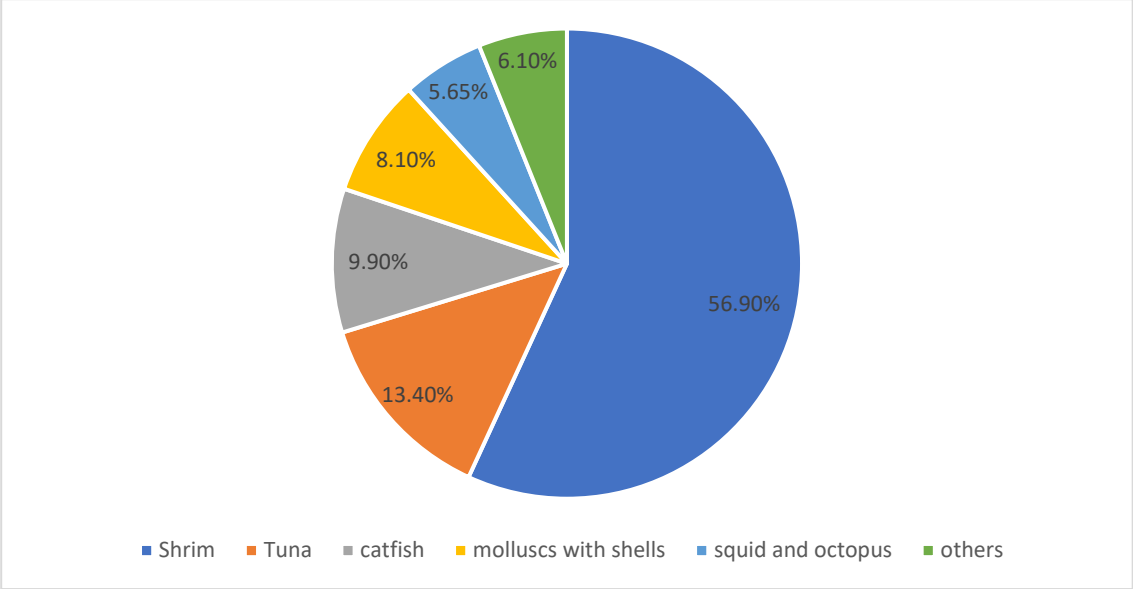
TOP SEAFOOD MARKETS SUPPLYING THE EU, USDBN (2010-2019)

Exporting Country	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Five-Year CAGR
China	1.92	2.21	1.94	1.81	1.79	1.62	1.77	1.93	2.03	2.12	3.5%
Ecuador	0.91	1.16	1.18	1.38	1.38	1.16	1.24	1.50	1.53	1.52	1.8%
Morocco	0.99	1.08	1.02	1.10	1.17	1.13	1.27	1.36	1.49	1.41	3.7%
Vietnam	1.12	1.25	1.05	1.00	1.14	1.01	1.01	1.16	1.18	1.06	-1.5%
US	0.95	1.20	1.11	1.10	1.16	1.06	1.06	1.03	1.03	1.02	-2.4%
Rest of World	31.63	36.13	33.13	36.69	39.09	35.12	39.53	42.37	45.65	43.25	2.0%

Note: EU countries have been excluded from the ranking, but remain in the rest of world category; CAGR = compound annual growth rate. Source: Trade Maps, Fitch Solutions

Regarding the structure of aquatic products exported to the EU, shrimp is the item with the most export turnover. (See Chart 2)

Aquatic products exported to the EU market in 2021



Source: Data from Viet Nam General Department of Customs, 2021

Shrimp has always been the leading key product in the structure of seafood exports to the EU market. In 2021, shrimp exports reached 613,136 million USD, an increase of 18.6% compared to 2020 (517,108 million USD). In which, exports to the Netherlands increased by 10%, to Germany by 25% and to Belgium by 19%.

The second place in this structure is tuna, with a share of 13.4%, an increase of 6.4% compared to 2020. Processed tuna products increased sharply, while fresh tuna showed signs of a decrease of 18%. This gradually proves the value of seafood export products of Vietnam.

Pangasius still holds the position as one of the main products exported to the EU (accounting for nearly 10% of the proportion). However, in the past 3 years, this proportion has continuously decreased. If in 2020, pangasius exports reach 127,778 million USD, by the end of 2021 this figure will only reach 106.190 million USD, down nearly 17% growth rate (General Department of Customs, 2021). One of the reasons for the decrease in export turnover of pangasius in the EU market is that the competitiveness of this product is relatively large, the consumption volume in many markets has not increased, in addition to accounting for logistics costs, transportation costs. transportation, .. increased significantly.

Opportunities and challenges for Vietnamese seafood exports to the EU market after the EVFTA comes into effect

Opportunity

Firstly, Vietnam can access a huge seafood consumption market. With 28 member countries, the EU is a large and potential market with a population of over 500 million people, a total GDP of over $15 trillion, accounting for about 22% of the world's GDP (Vietnam Government Portal, 2021). The average income per capita of EU countries is quite high compared to the world, preferring to use seafood products for eating and health protection because of the superiority of this product, which is delicious and nutritious. . Annually, the EU's seafood demand has reached 22.03 kg/person, 5.34 kg/person higher than the world average.

Vietnam's seafood export to the EU markets after EVFTA took effect

EU Markets	First 8 months 2021 (Val (US$ mil)	Compared with the same period of 2020 (%)
Germany	*92*	*+19.3*
Italy	*63*	*+78.7*
Belgium	*57*	*+3.3*
The Netherlands	*20.5*	*+4.8*
France	*37*	*+11.8*

Source: Data from Viet Nam General Department of Customs, 2021

In recent years, because the EU's seafood resources have been below the biosafety limit, forcing the EU to apply measures to limit fishing and fishing while the EU's seafood consumption demand is still increasing. fast. Therefore, in theory as well as in practice, it can be affirmed that for Vietnam, the EU is still a great potential seafood export market if Vietnamese seafood products meet the increasing requirements in terms of quantity. quantity, quality, as well as variety from the EU market.

Secondly, if the FTA between Vietnam and the EU is signed, the tax reduction to 0% corresponds to 90% of the products exported to this market. The EU is currently a relatively open market with low tax rates for products imported from abroad, the average tax rate that Vietnam has to bear from the EU is 4.1%. But in fact, according to the proportion of trade between product groups, Vietnam is subject to an average tax rate of up to 7% in the EU, especially Vietnamese seafood products exported to the EU are subject to a tax rate of up to 10 per cent. ,8%. The elimination of tariffs on most of Vietnam's exports to the EU, including seafood, will create an important advantage for Vietnam when competing with other competitors in the EU market (Duong, 2016).

Thirdly, Vietnam will also benefit from an import perspective. The reduction of import duties on strategic EU goods entering Vietnam will help improve the industry's technology and thereby boost production and export efficiency (Thang et al, 2018). This will help Vietnam get high quality products at low cost and have more choices for suppliers, including the seafood industry.

Fourthly, the relationship between Vietnam and the EU, as well as between Vietnamese enterprises and EU enterprises, including seafood exporters, is getting better and better. The Vietnam - EU FTA was signed to create favorable conditions for the exchange of goods between the two sides. Under such conditions, Vietnam's seafood exports are always noticed and facilitated.

Fifthly, Vietnam has, is and will have many guidelines, policies and specific measures to support and give incentives for export products, especially agro-forestry-fisheries, in order to improve competitiveness. competition of these products, maintaining and developing market share, in which seafood products exported to the EU is one of the preferential products.

From the above observations, it can be affirmed that the EVFTA Agreement will create opportunities for seafood exports from Vietnam to the EU. However, besides the above opportunities, Vietnamese seafood has to face many difficult challenges when entering the EU market, especially technical barriers to trade, which will be mentioned below.

Challenge

Firstly, the EU mainly consists of developed countries with high living standards, consumption needs, especially food, are changing drastically. Currently, Vietnam's seafood industry has met the requirements of technical barriers to trade (TBT), sanitary and phytosanitary regulations and inspection of plant and animal hygiene (SPS) of the EU. However, in the future, the EU may apply new TBT and SPS regulations for raw materials or export restrictions. Therefore, in order to export to the EU, businesses have no choice but to meet those new requirements.

Secondly, Vietnam's seafood exports will have to compete more fiercely and fiercely with local seafood products of newly joined EU countries and seafood products of strong and many seafood export companies. experience outside the EU in exporting, finding a foothold and maintaining market share in the EU.

Thirdly, strict requirements on rules of origin, dumping, subsidies and the use of trade remedies are also big obstacles for Vietnamese seafood enterprises in continuing to trade. access to the EU market. A simple, flexible system of rules of origin, suitable to Vietnam's situation and allowing Vietnam to enjoy legitimate benefits from the EVFTA will be a prerequisite to ensure. This request is completely reasonable from a benefit perspective (the biggest benefit from the signing of EVFTA is the EU's tariff reduction for Vietnamese exports). Therefore, proving the legal origin of seafood is a challenge for the industry.

Fourthly, the bad effects from the public debt crisis of EU countries on many smaller economies in the region will reduce the demand for seafood imports in the EU market. This situation has had a significant impact on seafood export activities of countries to the EU, including Vietnam.

Fifthly, for seafood, the EU has just issued a "Yellow Card" - warning of illegal, unmanaged and undeclared fishing for Vietnam's seafood exports to the EU, creating a The market is more complicated when the two sides are promoting trade-investment cooperation. Currently, the EU strengthens control over seafood (100% of seafood shipments) and other agricultural products exported to the EU market. This has created difficult barriers in taking advantage of opportunities from EVFTA.

Some recommendations to promote Vietnamese seafood exports to the EU market in the context of the implementation of the EVFTA Agreement

Firstly, perfecting business support policies.

The State should set aside a reasonable budget, and at the same time stand out to mobilize capital from individuals and organizations to synchronously invest in raw material production areas with large areas and modern technology, focusing on the key products of the Fisheries industry and develop more potential aquatic products such as tilapia, red tilapia.

The State needs to create conditions for businesses to be allowed to import raw materials to make up for the shortage in the country to boost production of high-value-added aquatic products. However, besides creating more openness, it is also necessary to pay attention to the management of origin, quality, hygiene and epidemiology, etc. to ensure that the requirements for product quality and rules of origin are met. and traceability of the EU market.

Secondly, perfect the policy on market development.

At first, Vietnamese businesses need to step by step join the EU market distribution channel. In the long term, in order to export seafood to the EU with the highest efficiency, Vietnamese seafood enterprises should have a separate distribution system. However, it is a long-term plan, as most businesses currently cannot afford the financial capacity and limited time. Therefore, in the short term, businesses can use the solution to link up with the Vietnamese community in the EU to invest in the production, processing and export of seafood products that the EU market is in demand. Both parties contribute capital to establish a joint venture.

The Vietnamese side with the advantage of labor, raw materials and factories will be responsible for production. The foreign side with business acumen and available distribution channels will be responsible for the sale of the goods. In this way, manufactured goods will be convenient to penetrate the distribution channels on the EU market, and at the same time, meet the needs of this country's consumers well and promptly. Large Vietnamese enterprises with stable sources of goods can link in many ways with trading companies or large distributors in the EU, thereby directly penetrating the main distribution channel in this market. such as supermarkets and retail stores.

In addition, it is necessary to strengthen cooperation and linkage between domestic seafood processing and exporting enterprises and with foreign enterprises in order to expand the market. Currently, seafood exports to the EU only have about 10 large enterprises, the rest are mostly small and medium sized enterprises. Therefore, if only separate activities are separated, it is difficult to compete with domestic seafood products and with other export powers. Therefore, Vietnamese businesses need to link and work together to improve their competitiveness in the **EU market.**

Thirdly, perfect the product policy.

- Improve the quality of value-added products

Enterprises need to actively receive the transfer of modern technologies from abroad, and at the same time train workers to effectively operate such equipment and lines. Advanced standards such as HACCP, ISO 9000, ISO 14000, etc. should also be applied in the entire production process to continuously improve the quality of exported seafood products. In addition, each business needs funds for product research and development. The product portfolio must be expanded based on the tastes of the import market. The value added to the product also needs to be creative and different from competitors to increase competitiveness in the market, not only to create new flavors, attractive colors, but also to add nutrients. nutrition, many different ways of processing, or packaging more eye-catching, more convenient, new and unique design.

- Strengthen cooperation between businesses and farmers

In order to have stable development, the cooperation between businesses and farmers needs to be the first priority. The source of raw materials is vital for seafood exporters. Therefore, businesses must ensure that they have an input supply that meets both volume and quality. In order to take that initiative, businesses must sign off-take contracts with aquaculture farms, and at the same time help farmers with farming techniques, selection of varieties, feed, medicine. veterinary medicine, disease control and especially the technique of preserving raw materials after harvest.

- Branding for export seafood products

The Vietnamese seafood business community together build a common quality brand for strong products such as pangasius, shrimp, dried fish and molluscs. Products that fully meet quality standards will be attached with the logo and image of a high-quality Vietnamese seafood brand. Products that do not maintain quality will be removed from the list. With that, Vietnamese seafood exported to the EU in particular and the world in general will ensure uniform quality, and at the same time, it will also be a motivation for businesses to make regular efforts to control quality on all products. stitching, maintaining and ensuring standard goods. In addition, some traditional brands such as Ca Mau organic shrimp, Ben Tre clams, An Giang basa, etc. also need to be maintained and continue to promote and expand their brands in the EU market.

Fourthly, to well implement regulations on traceability of origin for seafood.

Good practice of traceability is a strategic solution to the EU IUU yellow card issue. To do so, businesses need to invest in smart software applications such as I-tracing, cloud technology and blockchain to manage production and digitize data in aquaculture, such as: seed management, pond management, feeding management, growth management, harvesting,... Fishing vessel owners need to invest funds in installing cruise monitoring equipment, using technology applications capture logging and electronic traceability of seafood (eCDT) proposed by the Directorate of Fisheries, thereby helping authorities quickly trace the origin of caught seafood based on changing electronic data. because paper diaries are as rudimentary as they used to be.

CONCLUSION

EVFTA is a comprehensive, high-quality and balanced agreement of benefits for both Vietnam and the EU. The negotiation and conclusion of the Agreement is in line with the policy of strengthening multifaceted relations, especially economic, trade and investment relations between Vietnam and the EU. Positive developments in bilateral trade and investment relations over the past two decades have made the EU one of the leading trading partners and one of the largest foreign direct investors. into Vietnam. Although affected by the impact of the Covid-19 pandemic, Vietnam's seafood export industry is still gradually recovering and is forecasted to have development steps in the coming years. Vietnam's seafood products can still maintain a competitive advantage in terms of raw material supply compared to other countries. To be able to take advantage of good opportunities and overcome obstacles and challenges, Vietnam's fisheries sector needs to implement synchronous solutions: 1) perfecting business support policies; 2) perfecting the policy on market development; 3) finalizing product policy; 4) well implement regulations on traceability of seafood origin./.

Acknowledgments

This research is supported by University of Transport Technology, Hanoi and by Tan Trao University in Tuyen Quang, Vietnam

Reference

General Department of Customs. (2022). *https://tongcuc.customs.gov.vn/index.jsp?pageId=2&aid=158631&cid=25 > Accessed 1.8. 2022.*

VASEP. (2021). *Vietnam's seafood export report in 2021.*

Agency of Foreign Trade. (2021). *EVFTA with Vietnam Trade.* Ministry of Industry and Trade of the Socialist Republic of Viet Nam.

Vietnam Government Portal. (2021). *the European Union.* https://chinhphu.vn/lien-minh-chau-au-eu-68411.

Thang, V. T., Hoai, N. T., & Vy, N. T. (2018). European Union – Vietnam free trade agreementand Vietnam's Footwear. *Journal of Asian Business and Economic Studies*, 29-46.

Hoang, N., & Tan, P. (2020). Impact of the EVFTA Agreement on Vietnam's seafood exports to the EU market. *International Economic and Management Journal*.

Duong B. (2016). Vietnam-EU free trade agreement: Impact and policy implications for Vietnam. *SECO/WTI Academic Cooperation Project Working Paper series*, 7.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Klinik açıdan önemli olan bazı arı ürünlerinin gastrointestinal açıdan önemi

Hatice Ülker[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5476-8280*),
Zehra Can[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9366-5110*)

[*1]Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Analitik Kimya, Erzurum, Türkiye
[2] Bayburt Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Acil Yardım ve Afet Yönetimi, Bayburt, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: haticeulker1100@gmail.com

Özet
Apiterapi; bal, polen, propolis, arı ekmeği (perga), arı sütü, bal mumu, arı zehri vb. arı ürünlerinin sağlığı korumak, hastalıkları önlenmek ve tedavi etmek amacıyla kullanılması olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde kullanılan tedavi yöntemlerinin birçoğunda ciddi yan etki oluşturması sebebiyle arı ürünleri ile ilgili tedavi yöntemleri hızla gelişim göstermektedir ve apiterapi alternatif tıp yöntemleri arasında her geçen gün daha popüler hale gelmektedir. Son yıllarda arı ürünlerinden propolis, içeriğinin çok zengin olmasından dolayı birçok araştırma konusunun ilgi odağı haline gelmiştir.

Nikel içeren bir metaloenzim olan üreaz, (üre amidohidrolaz, E.C. 3.5.1.5.) ürenin amonyak ve karbondioksite hidrolizini katalizlemektedir. İnsanlarda üreaz idrar ve gastrointestinal yolların enfeksiyonlarında viral enfeksiyonlarda etki etmektedir. Üreaz enzimi ülser, mide kanseri, böbrek taşı oluşumunda belirleyicidir. Bu hastalıkların tedavisinde kullanılan üreaz enzim inhibitörleri ilaçlarının yan etkilerinin fazla olması sebebiyle doğal inhibitör belirleme üzerine çalışmalar önem kazanmaktadır. Yapılan çalışmada aynı kovana ait olan polen, propolis ve arı ekmeğinin üreaz enzim inhibisyonu üzerine etkisi incelenmiştir. Sonuçlarda inhibisyon etkisinin sırasıyla propolis, polen ve arı ekmeğinde değişik oranlarda tespit edildi.
Anahtar Kelimeler: Propolis, üreaz enzim inhibisyonu, apiterapi, gastrointestinal

The gastrointestinal importance of some bee products which are clinically important

Abstract
Apitherapy is defined as the use of bee products honey, pollen, propolis, bee bread (perga), royal jelly, beeswax, bee venom etc. to protect health, prevent and treat disease. Due to the serious side effects in many of the treatment methods used today, treatment methods related to bee products are developing rapidly and apitherapy is becoming more popular among alternative medicine methods day by day. In recent years; one of the bee products propolis has become center of interest of many study due to its very rich content.
Urease (urea amidohydrolase, E.C. 3.5.1.5) which is a nickel-containing metalloenzyme catalyzes the hydrolysis of urea to ammonia and carbon dioxide. At people urease has effect viral infections of urine and gastrointestinal tract. Urease enzyme is a determinative for ulcer, stomach cancer, kidney stone formation. Studies about determinate natural inhibitor have come into question due to urease enzyme inhibitor drugs which used to treat these diseases have many side effects. In this study, the effect of urease enzyme inhibition of from the same hive pollen, propolis and bee bread were examined. In results, effect of inhibition was determined in different ratios respectively pollen, propolis and bee bread.
Keywords: Propolis, urease enzyme inhibition, apitherapy, gastrointestinal

INTRODUCTION

Helicobacter Pylori is a bacteria which infects half of human population. *H. Pylori* urease could act pathogenesis of ulcer and gastric cancer importantly (Cui et al., 2012). Urease (urea amidohydrolase, E.C. 3.5.1.5) which is a nickel-containing metalloenzyme catalyzes the hydrolysis of urea to ammonia and carbon dioxide (Dixon et al., 1975). At people urease has effect viral infections of urine and gastrointestinal tract (Burne and Chen, 2000). Urease enzyme is a determinative for ulcer, stomach cancer, kidney stone formation (Tanaka et al., 2004). Studies about determinate natural inhibitor have come into question due to urease enzyme inhibitor drugs which used to

treat this diseases have many side effects. Recently, the use of apitherapy as an alternative method against many disease come to the fore.

Apitherapy is defined as the use of bee products honey, pollen, propolis, bee bread (perga), royal jelly, beeswax, bee venom etc. to protect health, prevent and treat disease. Propolis is a bee product that honey bees create by mixing enzymes and wax produced through the plants they collected their environment aim of realise critical proses like sealing the cracks in the hive, polishing and disinfection of the hive (Ghisalberti,1979; Sorucu,2019). Propolis has vital biological activities like anti ulcer, antitumor, antiinflamatuar, local anesthesia (Bankova et al., 2000). Pollen is an important food source that must collected by honey bees. Honey bees supply substances necessary to sustain life such as lipids, proteins, steroids by pollen (Pernal and Currie, 2001). Bee bread (perga) is a product created through lactic acid fermentation for storage pollens are collected by honey bees in hive (Silici, 2015). In this study, the effect of urease enzyme inhibition of from the same hive pollen, propolis and bee bread were examined and the discovery of alternative urease enzyme inhibitors is aimed.

MATERIALS AND METHODS

Chemicals used were of analytical grade. All phenolic acid standards were obtained from Sigma-Aldrich Chemie GmbH (Germany) and Merck (Darmstadt, Germany). Jack bean urease, urea, acetohydroxamic acid, sodium nitroprusside, were purchased from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA).

Bee Products Samples

The all samples were obtained in different regions of Bayburt in Turkey. The samples, sample codes, and their geographic origin are listed in Table 1.

Table 1. Samples, Code and Regions

Samples	Code	Regions
Pollen	P	Bayburt
Propolis	PR	Bayburt
Bee Bread	BB	Bayburt

Samples Extraction

Approximately 3 g of all samples were added to an equal volume (30 mL) of 100% ethanol and homogenized in a blender for 3 minutes. The mixture was continuously stirred with a shaker (Heidolph Promax 2020, Schwabach, Germany) at room temperature for 6 h. Particles were removed with filter paper. The final volume of the solution was adjusted with 100% ethanol. Extracts were prepared for urease enzyme inhibition.

Urease enzyme inhibition assay

The reaction mixture comprising 500 mL of buffer (100 mM urea, 0.01 M Na_2HPO, 1 mM EDTA and 0.01 M LiCl, pH 8.2), 200 mL of urease enzyme solution and propolis extract were subjected to incubation for 15 min at room temperature in test tubes. Then, a phenol reagent (500 mL, 1% w/v phenol and 0.005% w/v sodium nitroprusside) and an alkali reagent (600 mL, 0.5% w/v sodium hydroxide and 0.1% v/v NaOCl) were added to each tube and the absorbance at 625 nm was measured after 50 min using a UV/VIS spectrophotometer (Weatherburn 1967). The standard inhibitor as Acetohydroxamic acid. The results IC_{50} values was given as mg/mL.

RESULTS

Anti-Urease Activity

The all samples are showed that inhibition values Table 2. PR sample IC_{50} value was found to be 1.40 mg/mL. P sample IC_{50} value was found to be 5.61mg/mL while, BB sample IC_{50} value was found to be 7.93 mg/mL. PR sample showed higher urease inhibition effect than other bee products.

Table 2. Enzyme Inhibition IC_{50} values

Samples	Anti-Urease IC_{50} mg/mL
P	5.61 ±0.90
PR	1.40 ±0.08
BB	7.93 ±1.23
Acetohydroxamic acid (AA) µg/mL	25.110 ± 0.120

DISCUSSION

Bee products (such as honey, bee wax, venom, pollen, royal jelly, bee bread, and propolis) are used natural alternative for ulcer treatment. These bee products have been known to have antimicrobial activity (Boukraâ et al., 2013).

In a study about urease inhibition effect of some propolis species collected in Marmara Region, IC50 values are found as 1.110- 5.870 mg/ml. Propolis has been shown to have a good anti-urease effect and is expressed that it can used as a therapeutic against *Helicobacter Pylori* (Can et al., 2022).

In another study, the antiurease activity of honey, pollen and propolis is examined. IC50 values are found as 7.02 - 33.25 mg/mL in honey samples, 5.00 -8.78 in pollen samples and 0.16-1.98 mg/mL in propolis samples. It can said that propolis has the best inhibition effect because the least IC50 value means the best inhibition effect. The reason of this can shown as propolis has the most secondary metabolites (Can,2018).

In another study, the antiurease effect of 15 different ethanolic propolis extracts is examined and their availability as supportive treatment against diseases caused by *helicobacter pylori*. IC50 values found as 0.260 -1.525 mg/mL. It is seen that all extracts inhibit urease enzyme well (Baltas ve et al., 2016b).

In another study by Baltas and her friends, the antiurease effect of propolis samples is searched. IC50 values found as 0.080 ile 0.301 mg/mL. It is found that sample which has the most phenolic substances has the least IC50 value and the best inhibitor effect (Baltas et al., 2016a).

CONCLUSIONS

Many study show that bee products have antiurease activity and propolis has the best urease inhibitor effect due to its very rich phenolic content. In this study, the effect of urease enzyme inhibition of from the same hive pollen, propolis and bee bread were examined. PR sample IC_{50} value was found to be 1.40 mg/mL. P sample IC_{50} value was found to be 5.61mg/mL while, BB sample IC_{50} value was found to be 7.93 mg/mL. PR sample showed higher urease inhibition effect than other bee products. It could said that bee products especially propolis, could use as an alternative urease inhibitor.

REFERENCES

Baltas, N., Karaoglu, S. A., Tarakci, C., & Kolayli, S. (2016). Effect of propolis in gastric disorders: inhibition studies on the growth of Helicobacter pylori and production of its urease. Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry, 31(sup2), 46-50.

Baltas, N., Yildiz, O., & Kolayli, S. (2016). Inhibition properties of propolis extracts to some clinically important enzymes. Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, 31(sup1), 52-55.

Bankova, V. S., de Castro, S. L., & Marcucci, M. C. (2000). Propolis: recent advances in chemistry and plant origin. Apidologie, 31(1), 3-15.

Boukraâ, L., Abdellah, F., & Ait-Abderrahim, L. (2013). Antimicrobial properties of bee products and medicinal plants. Microbial Pathogens and Strategies for Combating em: Science, Technology and Education, 960-970.

Burne, R.A., Chen, Y.Y.M., 2000, Bacterial ureases in infectious diseases, Microbes and Infection, 2, 533-542.

Can, Z. (2018). Determination of in-vitro antioxidant, anti-urease, anti-hyaluronidase activities by phenolic rich bee products from different region of Turkey. Fresenius Environ. Bull, 27, 6858-6866.

Can, Z. , Kara, Y. , Kolaylı, S. & Çakmak, İ. (2022). Determination of anti-urease activity of propolis from Marmara Region of Turkey. Uludağ Arıcılık Dergisi , 22 (1) , 25-30 . DOI: 10.31467/uluaricilik.1068885

Cui, Y. M., Dong, X. W., Chen, W., Wang, W. J., Li, Y. G., & Zhu, H. L. (2012). Synthesis, inhibitory activity and molecular docking studies of two Cu (II) complexes against Helicobacter pylori urease. Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, 27(4), 528-532.

Dixon, N.E., Gazzola, C., Blakeley, R.L. and Zerner, B., 1975. Journal of Am. Chem. Soc. 97, 4131-4133.

Ghisalberti, E. L. (1979). Propolis: a review. Bee world, 60(2), 59-84.

Pernal, S. F., & Currie, R. W. (2001). The influence of pollen quality on foraging behavior in honeybees (Apis mellifera L.). Behavioral Ecology and Sociobiology, 51(1), 53-68.

Silici, S. (2014). Arı poleni ve arı ekmeği. Uludağ Arıcılık Dergisi, 14(2), 99-105.

Sorucu, A. (2019). Arı ürünleri ve apiterapi. Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni, 10(1), 1-15.

Tanaka, T., Kawase, M., Tani, S, 2004, α-Hydroxyketones as inhibitors of urease, Bioorganic & Medicinal Chemistry, 12, 501-505.

Weatherburn, M.W. (1967). Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. Analytical Chemistry, 39:971–4.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Solutions to help non-English major students at Tan Trao University love English

Ta Thi Thanh Huyen- Tan Trao University, Basic Department, Tuyen Quang province, Viet Nam.

Email: icystar150884@gmail.com

Abstract
At present the English learning movement is spreading and developing in many places with the community in the world, encouraging young students love English has a lot of difficulties. So the aim of this research is to investigate how Tan Trao University students think about what can bring them motivation in learning English. Students were much concerned with their basic knowledge of English, social needs, language teachers' English knowledge, friendly teachers. English teachers must have enthusiasm and passion for work, language teachers' varied teaching methodology, ventilated and well-equipped classrooms, and necessary teams of academic advisors. The researcher gave some solutions, they can be useful to both language teachers and educators when considering their curriculum, teaching methodologies and designing programs promoting English learning, finding the most suitable solutions for the students to helps them to improve and love English more.
Keywords: English, improve, teachers, students, solutions.

1. Introduction

When teaching in a classroom with a large number of students, the teacher's biggest concern is which method to use to satisfy the learning needs of the students. Each class has different unique characteristics, different learning needs and different levels. There are teaching methods that work well for one class but not for another. Another fact is that the cognitive level of students has not yet approached the content of the curriculum. Teachers often have to add the function of "curriculum designer" for a particular class. In addition to teaching according to the school's general curriculum, teachers also have to prepare more types of exercises and organize many other support activities to help students become more interested in learning English. Within the framework of this article, the author outlines a number of solutions that have been applied to teaching for non- English major students - Tan Trao University (Tuyen Quang province).

2. Empirical background

Previous research on the motivation to learn a foreign language has been conducted for several decades. In particular, numerous studies have examined the motivation of university students in different contexts, mainly in non-native speaking countries. This part of the review focused on the studies investigating non-English-major students' motivation to learn English. First, in Taiwan, Warden and Lin (2000) used questionnaires to survey 442 non-English majors and found that the majority of the students lacked integrative motivation, but had strong instrumental motivation and required motivation (e.g., to pass an examination). Second, in Bradford's (2007) study conducted in Indonesia, the sample of university students (N = 168) showed a high level of motivation due to pragmatic reasons (e.g., money or well-paid jobs), but a low level of integrative motivation to identify with English native speakers. Third, in China, the sample of third-year university students (N = 202) in Liu (2007)'s quantitative study were highly motivated to learn English and were more instrumentally motivated than integratively motivated.

Meanwhile, limited studies have focused on the motivation of non-English-major students in Vietnam. First, Phan's (2010) qualitative study of 10 technical-English-major students (which included interviews and examinations of their weekly diaries) found that they were intrinsically motivated to learn English, but it could change due to other types of motivation such as external and instrumental motivation. Second, Vu and Rochelle (2015) administered questionnaires to 193 students, of whom 45 were interviewed. They found that the students were slightly more instrumentally motivated than integratively motivated, with no significant difference between the males and the females. Third, using the expectancy-value model, Truong (2016) triangulated his mixed-method study with surveys of 1,207 first-year, non-English-major students, individual interviews with nine lecturers, and focus-group interviews with 72 students. He found that most of the participants were motivated to learn English

and achieve a certain level of oral English competency to obtain good jobs in the future. Finally, Nguyen (2019) conducted a purely quantitative study on second-year university students using survey questionnaires and indicated that the participants were highly motivated to learn English and tended to demonstrate instrumental motivation. It is notable that no studies have been found to apply activity theory to investigate motivation in the context of Vietnam. Moreover, there is a need for more studies on motivation to learn English from different perspectives with an emphasis on non-major students.

Overall, the previous studies share two common points. First, methodologically, the studies employed questionnaires, interviews, and even examinations of weekly diaries to collect the data. Second, the studies were carried out at a single institution. Since Rifkin (2000) postulated that the local conditions of a single institution can presumably limit the research results.

3. Methodology

3.1. Context

Previous research has argued that contextual factors can have a direct influence on motivation (Coleman et al., 2007). Accordingly, motivation can be investigated through "the dynamic interaction between the learner and a complex system of social relations, cultural contexts and the learning environment" (Coleman et al., 2007, p. 247). Thus, it is necessary to explore the context of the research. In regard to the present study, the policymakers launched strategic programs (both international and nationally) to enhance English learning in Vietnam, due to globalization and internationalization (Phan, 2021). Moreover, the Vietnamese government cooperated with various international organizations such as the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN), the World Trade Organization (WTO), and the Asia Pacific Economic Cooperation (APEC). The common point is that they used English as a communication tool. Moreover, one of the requirements from many employers is English proficiency, which is demonstrated through interviews and/or language certificates such as the Test of English for International Communication (TOEIC), or the International English Language Testing System (IELTS). Institutionally, the Vietnamese government adapted the Common European Framework of Reference (CEFR) as a standardized English proficiency measure. Accordingly, non-English-major students must achieve Level 3 (B1) in the adapted version of the CEFR upon graduation. Furthermore, each graduate must complete 10 credits of English, which includes three periods per week (on average) over three semesters. It is up to the universities' decision-makers to ensure that the students are able to achieve the required English proficiency level.

3.2. Participants

Overall, the participants included 1,565 non-English-major students with at least one semester of university-level English freshmen, and sophomores at Tan Trao University in Tuyen Quang province, Vietnam, where we had contacts with their respective English departments. Those students whose mother tongue was Vietnamese were from 19 to 22 years old. The foreign language they knew was only English and their English proficiency varied from elementary to intermediate. Based on convenience sampling, we invited 20 out of the 1,565 participants, of whom 13 agreed to participate in the interview phase. Table 2 presents the background information of the survey participants, while the interviewees' profiles are presented in Table 3.

Table 2. Background information of the survey participants.

Gender (%)		**Year of study (%)**				**Major (%)**							**Years spent studying English**
Male	Female	2nd	3rd	4th	5th	IT	CE	E	EE	ME	L	Other	M = 11.7
62.2	37.8	62	23.7	11.9	2.4	21.7	7.9	11.8	16.5	12.2	12	17.9	SD = 1.4

Note: IT = Information Technology; CE = Civil Engineering; E = Economics; EE = Electrical and Electronic Engineering; ME = Mechanical Engineering; L = Law.

Table 3. Profiles of the interviewees.

Gender (%)		**Year of study**	**Major (%)**							**Years spent studying English**
Male	Female	2nd	IT	CE	E	EE	ME	L	MM	12
53.8	46.2		15.38	15.38	15.38	15.38	15.38	7.69	7.69	

Note: IT = Information Technology; CE = Civil Engineering; E = Economics; EE = Electrical and Electronic Engineering; ME = Mechanical Engineering; L = Law; MM = Multi-media. Engineering; L = Law.

3.3. Instruments

The data was obtained using the motivation and desire scales (Table 4) from the validated questionnaire (Nguyen and Habók, 2021) and employing the semi-structured interviews later.

Table 4. The items in the scales.

Statement	**Strongly disagree**	**Disagree**	**Neutral**	**Agree**	**Strongly agree**
Motivational orientation					
1. I learn English because I find it very interesting.					
2. I learn English so that I can communicate with people who can speak English.					
3. I learn English because it will help me to get a good job.					
4. I learn English because it will help me to be successful in my studies.					
5. I learn English because I want to pass exams.					
6. I learn English because it is a required course at my university.					
7. I learn English because I want to be as good at English as someone I know.					
8. I learn English because I want to please my family.					
Motivational intensity					
1. When it comes to English tasks, I work very carefully to make sure I understand everything.					
2. If I have any opportunities to use English outside class, I will use it most of the time and Vietnamese if necessary.					

Statement	Strongly disagree	Disagree	Neutral	Agree	Strongly agree
3. If my teacher wanted someone to do an extra English assignment, I would definitely volunteer.					
4. I would like to have friends from English-speaking countries.					
5. If English were not taught at my university, I would try to obtain lessons in English somewhere else.					
6. During English classes, I would like to have as much English as possible used.					
7. If there were an English club at my university, I would be interested in joining.					
8. Considering how I learn English, I can honestly say that I just do enough to get along.					

The scales included part of the questionnaire developed by Nguyen and Habók (2021) with good psychometrics The first scale (i.e., *motivational orientation*) was initially produced by Brown (2002) and adapted from Hsu (2005) and Swatevacharkul (2009). In this case, the factor analysis (FA) revealed two factors: (1) internal motivational orientation and (2) external motivational orientation (KMO = 0.884, $p < 0.01$, total variance explained (TVE) = 48%). The second scale (i.e., *motivational intensity*) was originally generated by Gardner (1985) and adapted from Hsu (2005). In this regard, the FA indicated only one factor referring to motivational intensity or the desire to learn English (KMO = 0.920, $p < 0.01$, TVE = 51.2%). Overall, the scales were psychometrically sound, with an internal consistency (i.e., Cronbach's alpha) of 0.782 and 0.796, respectively; a rho_A reliability of 0.790 and 0.821, respectively; and a composite reliability (CR) of 0.854 and 0.867, respectively). Based on the analyses, these scales were reliable (Cohen et al., 2018). There were eight items in the first scale in which items 1–4 belonged to *internal motivational orientation* and items 5–8 were in *external motivational orientation*. Furthermore, there were eight items in the second scale. All the items in the scales were designed on the basis of the five-point Likert scale. The students were asked to choose one of the following responses that best reflected their level of agreement: 1 = *strongly disagree*; 2 = *disagree*; 3 = *neutral*; 4 = *agree*; and 5 = *strongly agree*. After being translated from English with the support of back translation methods and experienced English language instructors, the final questionnaires delivered to the participants were totally in Vietnamese language so that they could fully understand the scales.

As for the semi-structured interviews, their purpose was to elicit more in-depth information regarding the students' motivation to learn English. The 13 interviews were held individually and face-to-face, entirely in the Vietnamese language, with the protocol designed in advance. The main interview questions included: Do you like/dislike learning English and why? How long have you been learning English? What are the reasons that motivate you to learn English? and How willing are you to learn English?

3.4. Data collection

After obtaining ethical approval from the institutional review board of the researchers' university (Doctoral School of Education, University of Szeged, Hungary) and the permission of the participating universities, we visited the various classrooms and explained the research aims, objectives, significance, methodology, and ethics. All of the participants were told that their responses would be completely confidential and only used for research purposes. The paper-and-pencil questionnaires were administered to 1,600 students after which 1,565 were deemed useable

(98% response rate). In this case, 35 questionnaires were excluded because they were either incomplete or the respondents did not want to include their answers. All the questionnaires printed and collected were stored in a secure locked in our office at university. Both of us were the only people to have access to those resources which would be retained in five years after the research's completion.

Among the students, 13 from different universities were randomly selected for the interviews, which were audiotaped with their consent. Each interview was approximately 20 minutes in length, which provided us with more insights into the student's thoughts and opinions.

3.5. Data analysis

Overall, we used a convergent parallel analysis design. Specifically, the quantitative and qualitative data were analyzed separately before the results were combined for explanations and discussions of the findings (see more in Creswell and Plano Clark, 2017). As for the former, we used the Statistical Package for Social Science (SPSS; Version 24) for the descriptive and inferential statistics. As for the latter, we transcribed the audio-recorded interviews, translated the transcripts into English, and had English language teaching (ELT) experts proofread them. Then, the final English version was entered into the ATLAS.ti software for recurrent themes that illustrated *motivational orientation* and *motivational intensity*. Both of us completed the coding process separately and then checked for consistency. We reached approximately 90% of agreement on coding results, which spoke for a high inter-rater reliability. To protect the students' identities, they were each given a code, ranging from S1 to S13 before the coding of qualitative interview data was done. Afterwards, the two strands of data were combined, compared, and contrasted on the basis of themes (e.g., orientations of motivation and motivational intensity) to examine consistencies as well as discrepancies in two datasets and to reach proper conclusions regarding the research questions.

4. Results

4.1. Motivational orientation

Based on the analysis of the scale data, the majority of the participants selected the *agree* and *strongly agree* options regarding internal motivation (IM), whereas the percentages of the *disagree* and *strongly disagree* options regarding external motivation (EM) were higher than those in the internal counterpart (see Table 5).

Table 5. Descriptive statistics on students' motivation to learn English.

Statements	**M**	**Sd**	**SD %**	**D %**	**N %**	**A %**	**SA %**
1. I learn English because I find it very interesting.	3.66	0.93	2.0	7.5	31.6	40.4	18.5
2. I learn English so that I can communicate with people who can speak English.	4.04	0.86	0.9	4.4	16.4	46.5	31.8
3. I learn English because it will help me to get a good job.	4.47	0.69	0.3	0.6	7.5	35.3	56.4
4. I learn English because it will help me to be successful in my studies.	4.28	0.76	0.4	1.8	11.2	42.9	43.7
5. I learn English because I want to pass exams.	3.4	1.09	6.0	16.0	24.0	40.3	13.7
6. I learn English because it is a required course at my university.	2.92	1.19	13.7	24.3	28.7	23.1	10.2
7. I learn English because I want to be as good at English as someone I know.	3.6	1.08	3.8	12.8	25.6	35.4	22.4
8. I learn English because I want to please my family.	2.85	1.12	12.7	26.4	31.2	22.6	7.0

Note: M = Mean, Sd = Standard deviation, SD = strongly agree, D = disagree, N = neutral, A = agree, SA = strongly agree.

Moreover, the inferential statistics revealed that there was a significant difference in the scores between IM (M = 4.11, Sd = 0.53) and EM (M = 3.19, Sd = 0.75) (t (1564) = 39.38, p < 0.01) (see Table 6).

Table 6. A paired sample t-test between IM and EM.

IM		**EM**		*df*	*t*	*p*
M	**Sd**	**M**	**Sd**			
4.11	0.53	3.19	0.75	1564	39.38	.000

Note: p < 0.01.

The interviewees also stated that they were motivated by communicative purposes, their own interests, personal enjoyment, study and career path, and other people such as friends, family people, and teachers (see Table 7).

Table 7. Motivation to learn English among 13 interviewed students.

Empty Cell	**Own interests**	**Communicative purposes**	**Study & career**	**Personal enjoyment**	**Other people**
S1		x			x
S2	x		x		x
S3			x		
S4		x			x
S5	x	x	x		x
S6		x		x	
S7	x		x	x	x
S8		x	x		x
S9		x	x		
S10		x	x	x	x
S11	x	x	x	x	
S12	x	x			
S13		x	x	x	

Overall, the first four sources of motivation can be categorized into IM, whereas the last one belongs to EM. Regarding communicative purposes, 10 students concurred that they learned English because they wanted to communicate in English with foreigners. This was evident in the following illustrative quotes:

I learn English for communicating with international friends.....Yes, my motivation is communication....I truly want to talk to them in English. (S1)

I want to learn English to improve my communicative skills in English. (S4)

I really love being able to talk with foreigners when I have chances, so that is why I learn English. (S6)

4.2. Motivational intensity

The results of the quantitative analysis showed that the students mainly selected the *neutral*, *agree* and *strongly agree* options, except for those in Item 8. Table 8 presents the findings regarding the *motivational intensity* (MI) of the participants.

Table 8. Descriptive statistics on motivational intensity.

Statements	**M**	**Sd**	**SD %**	**D %**	**N %**	**A %**	**SA %**
1. When it comes to English tasks, I work very carefully to make sure I understand everything.	3.62	0.84	0.8	7.0	36.4	41.3	14.5
2. If I have any opportunities to use English outside class, I will use it most of the time and Vietnamese if necessary.	3.45	0.94	1.5	13.5	38.0	33.2	14.1
3. If my teacher wanted someone to do an extra English assignment, I would definitely volunteer.	3.25	0.87	3.6	10.2	51.7	27.0	7.6
4. I would like to have friends from English-speaking countries.	3.92	0.86	1.0	4.5	22.3	46.1	26.2
5. If English were not taught at my university, I would try to obtain lessons in English somewhere else.	3.89	0.84	1.0	3.9	24.1	46.9	24.2
6. During English classes, I would like to have as much English as possible used.	3.83	0.84	1.0	3.5	28.7	45.0	21.8
7. If there were an English club at my university, I would be interested in joining.	3.12	0.94	4.5	17.6	47.9	21.7	8.4
8. Considering how I learn English, I can honestly say that I just do enough to get along.	2.73	1.08	13.5	30.5	30.8	20.3	4.9

Note: M = Mean, Sd = Standard deviation, SD = strongly agree, D = disagree, N = neutral, A = agree, SA = strongly agree.

Correlational analyses were also conducted to examine the relationship between IM and MI and between EM and MI. The results indicated a strong positive relationship between IM and MI ($r = 0.51$, $p < 0.01$) and a weak positive relationship between EM and MI ($r = 0.06$, $p = 0.02$) (see Tables 9 and 10). Moreover, after the coefficient of determination (r^2) calculated, there was a covariance of 26.01% between IM and MI.

Table 9. Correlations between IM and MI.

Empty Cell	Empty Cell	**IM**	**MI**
IM	Pearson correlation	1.000	.51**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	1565	1565
MI	Pearson correlation	.51**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	1565	1565

Correlation is significant at the 0.01 level.

Table 10. Correlations between EM and MI.

Empty Cell	Empty Cell	**EM**	**MI**
EM	Pearson correlation	1.000	.06**
	Sig. (2-tailed)		.020
	N	1565	1565
MI	Pearson correlation	.06**	1.000
	Sig. (2-tailed)	.020	
	N	1565	1565

Correlation is significant at the 0.05 level.

Despite the various reasons why they learned English, all of the interviewees stated that they would take opportunities to learn and improve their English such as trying to understand English tasks, having foreign friends, and using English both in and outside of class. For instance, S3 stated the following:
For sure, I will take opportunities to learn English because class time is never sufficient. The time to learn English in secondary school, in particular, did not enable me to use the language well. (S3)
.*Why not? Those opportunities to learn English will definitely facilitate my improvement in English proficiency. Also, they will bring me closer to the world in the way that I will be engaged in international communities.* (S11)
However, several students (i.e., S2, S7, S8, and S9) noticed that it sometimes depended on specific conditions. For example, typically, "there may be too many other things to do at home or in class. There are too many subjects with heavy workloads" (S7) . In addition, seven students stated that they would find a center to learn English if it were not taught at the university, while the other interviewees agreed that they would do more tasks if their teachers asked them to do so. In regard to the latter, S13 shared that although he did not regularly volunteer to do tasks, he never refused them because he knew that they were good for his academic studies. Moreover, eight participants denied that they only learned English to get along and acknowledged the role of English in globalization, as illustrated in the following:
I particularly want to study English well. No, it is not just to cope with class tasks. It is for my future use of English. (S7)
I never think that I learn English merely to pass the courses or the exams. I myself know how important it is to my life and to the fourth industrial revolution. (S6)
Finally, most of the interviewees were interested in participating in English learning communities, including clubs as chances to practice the language. For example, S1 said, "English club at my university aims to help students improve their English skills, which is good. I would like to attend the sharing sessions held by that club".
To summarize, the participants in this Vietnamese sample showed a strong desire to learn English. That desire was expressed by the following activities: attending English classes under any circumstances, making friends with foreigners, volunteering to do more tasks, and using English as much as they could. It was also clear that they do not just learn English to get along. More notably, the relationship between IM and MI was relatively strong. Specifically, the more internally motivated the students were, the higher the level of MI they demonstrated.

5. Conclusion

Teachers create many forms of rich and useful activities in teaching, which will contribute to creating more excitement for the learning process of students. Video clips illustrating the topics of lessons in the textbook, in VOA Special English and listening exercises from various sources will also attract more students' attention. Creating conditions for students to participate in presentations and practice teaching is also one of the good methods for teachers to direct students to the center of communication, which is also a central content. of innovation in teaching methods in schools today: Student-centered.

References

1. Language learning motivation during short-term study abroad: an activity theory perspective Foreign Lang. Ann., 43 (1) (2010), pp. 27-49
Finding PDF...CrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar Al-Tamimi and Shuib, 2009 A. Al-Tamimi, M. Shuib
2. Motivation and attitudes towards learning English: a study of petroleum engineering undergraduates at Hadhramout University of Sciences and Technology
GEMA Online® J. Lang. Stud., 9 (2) (2009), pp. 37-55
http://ejournal.ukm.my/gema/article/view/156/132
Google Scholar Blin, 2004 F. Blin
3. CALL and the development of learner autonomy: towards an activity-theoretical perspective
ReCALL, 16 (2) (2004), pp. 377-395
Finding PDF...Cross RefView Record in Scopus Google Scholar
Bradford, 2007 A. Bradford
4. Motivational orientations in under-researched FLL contexts: findings from Indonesia
RELC J., 38 (3) (2007), pp. 302-323
Finding PDF...CrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
Brown, 2000, H.D. Brown
5. Principles of Language Learning and Teaching
Pearson Education, New York, NY (2000)
Google Scholar, Brown, 2002, H.D. Brown
6. Strategies for Success: A Practical Guide to Learning English
Addison Wesley Longman, Boston, MA (2002)
Google Scholar, Bui et al., 2018, T. Bui, T.T.T. Nguyen, A.D. Nguyen
7. Vietnamese higher education language planning and university students' career development
J. Albright (Ed.), English Tertiary Education on Vietnam, Routledge, New York, NY & Abingdon, UK (2018), pp. 54-67
Finding PDF...CrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar
Chairat, 2015, P. Chairat
8. Attitudes and motivation of non-English-major students towards learning English as a foreign language: a case study
ASEAN J. Edu., 1 (1) (2015), pp. 69-83
https://so01.tci-thaijo.org/index.php/AJE/article/view/180801
Finding PDF...View Record in ScopusGoogle Scholar
Chen et al., 2005, J.F. Chen, C.A. Warden, H.T. Chang
9. Motivators that do not motivate: the case of Chinese EFL learners and the influence of culture on motivation
Tesol Q., 39 (4) (2005), pp. 609-633
Finding PDF...CrossRefView Record in ScopusGoogle Scholar

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Quantitative Determination Of Sediments In Crude Oil And Lubricating Oils By Toluene – Hexane Mixture In Basic Media Extraction

Qasim Yahya Mohammed (ORCID https://orcid.org/0000-0002-3382-4386)

Erbil Polytechnic University, Erbil Technology College, petroleum Technology Department, Erbil, Iraq

Corresponding author e-mail: qasm.mohammed@epu.edu.iq

Abstract:

An analytical, accurate and sensitive method covers the determination of sediments in crude oil and lubricating oils by extraction with toluene and n-hexane mixture, the precision applies to a range of sediment levels from 0.01 to 0.40 % mass, although higher levels may be determined.
Extract test portion of a representative samples, contained in a refractory thimble, with hot extraction mixture for 30 minutes until the residue reaches constant mass. The mass of residue, calculated as a percentage, is reported as sediment by extraction.
The samples under this study collected from different places at Kurdistan region, Iraq, shows a sediment range of (0.319 – 3.77) %.

Keywords: Sediments, extraction, toluene, hexane, turbine oil

Introduction

Solvent extraction is the ability of a solute to distribute itself between an aqueous solution and an immiscible organic solvent. The organic solvent separates and purifies the solutes by extracting into the organic phase, leaving undesirable substances in the aqueous phase [1].

A solvent is used selectively to extract the base oil component from the waste lubricant oil. The additives and carbonaceous impurities that are normally present in used oil should be rejected by the extracting solvent, these impurities settle and flocculate based on gravity [2]; the solvent is then recovered by distillation for reuse. However, a portion of this solvent is lost due evaporation during treatment.

Previous studies have shown that n-hexane has good oil extraction ability on used lubricants mainly due to its efficiency and ease of recovery. Moreover, other factors such as physical properties of the solvent, particularly its low boiling point attribute to the choice of n-hexane as the optimum solvent. Toluene was found to be the second-best extracting agent [3,4].

The extractability of oil depends on the nature of the solvent and oil, extraction temperature, contact time between solvent and the feed, pre-treatment conditions of the oil-bearing resource [5]. Properties such as solubility are necessary to evaluate the solvent performance [6], showed that an increase in solubility parameter difference further enhances the solvent capability to extract the additives and impurities from used oil [7].

Used lubricant contains a large proportion of valuable base oil that may be used to formulate new lubricants if undesired pollutants are removed [8].

Many processes for recycling used lubricating oil involve the use of vacuum distillation followed by a polishing or decolorizing treatment. However, serious problems related to coking and column fouling during distillation and, therefore, some form of pre- treatment to remove additives and contaminants from the oil is required [9]. Furthermore, these types of processes are energy demanding due to the high overpressures, deep vacuums and high temperatures applied [10]. The use of extraction has been studied as a low energy consuming alternative by a number of researchers.

Sediments are formed as a result of the process of sedimentation of particles from a layer of water. In the process, organic compounds are transmitted into the sediments together with the solid particles. It is an effect of hydrophobic organic substances getting absorbed on the particles of the suspension, and a reason why sediments

are of very complex physico-chemical structure [11].

Experimental:

Apparatus:

The extraction apparatus from Linetronic Technologies (Switzerland) consist of: Extraction Flask, Condenser, Extraction Thimble, Water Cup, thimble basket and Source of Heat, illustrated in Figures 1 and 2 consisting all elements.



Figure 1. Extraction apparatus

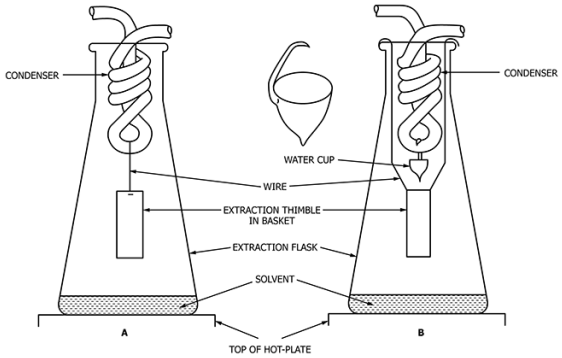


Figure 2. Extraction apparatus elements

Reagents: Toluene (Fluka 99.8%) and n-hexane (BDH 96%), reagent grade used with typical characteristics as shown in table 1.

Table1. Typical Characteristics for reagent grade toluene

Property	Toluene	n-hexane
Chemical formula	$C_6H_5CH_3$	C_6H_{14}
Assay (%)	99.8	96
Molecular weight (gm/mol)	92.141	86.18
Boiling point (ºC)	111	68.7
Melting point (ºC)	- 95	- 95
Density (gm/ml)	0.87	0.6603
Vapor pressure (torr at 20 ºC	60	124
Solubility	0.52 gm/L	Insoluble

Procedure:

(10 gm) of the sample placed into the thimble as soon as possible, (5 ml) of sodium hydroxide of 0.01N added, 160 ml toluene and 40 ml of n-hexane to the extraction flask, and then, thimble set in the extraction apparatus and extract with toluene for 30 minutes after the solvent dropping from the thimble is colorless.

When testing samples having high water contents, the water cup shall be used. In this procedure, any water in the material is removed as its toluene azeotrope and collected in the water cup, where it separates into two phases. The toluene layer overflows into the thimble. If the cup becomes full of water, cool the apparatus slightly and empty the cup.

After the extraction is completed, the thimble must dry for one hour at 120ºC. Cool in a desiccator and weigh to the nearest 0.2 mg [12].

Calculations: The sediment content of the samples as percentage by mass of the original sample calculated by equation (1): [12]

$$s = \frac{m3 - m1}{m2 - m1}\, x100 \qquad (1)$$

S: Sediment content of the sample as a percentage by mass

m_1: mass of the empty thimble (gm)
m_2: mass of the thimble plus tested sample (gm)

m_3: mass of the thimble plus sediment (gm)

Results and discussion:

The process of petroleum products accumulation is a result of high sorption capacity of components of bottom sediments [13].

Length of the period of time throughout which the oil's components and products of their degradation remain within the bottom sediments is dependent on numerous factors, such as: type of sediment, temperature, type of oil, nutrients content, pace of biological decomposition, etc. [14]. The power of sorption of hydrocarbons in the sediment's changes depending on hydrocarbon's type, and organic matter content in the sediment [15].

Determination of bottom sediments requires observance of the following stages of the proceeding; preliminary processing of the samples of bottom sediment (drying, grinding), isolation and enrichment, which consists of transfer of the analyte from the primary to the secondary matrix, purification and fractionation of the extracted material and identification and final determination of the selected group of analytes [16].

The solvent should dissolve base oil and precipitate other substances to form sludge n-hexane, toluene, heptane, butane, hexanol and acetone were selected due to their good solubility parameters for base oil and good anti-solvent effect for nonpolar or slightly polar polymeric additives, metals and carbonaceous particles. Variation of oil recovery with the use of various solvents, n-Hexane gave the highest recovery of 74.39% while acetone gave the lowest of 7.43%. The difference between them is related to the solubility of the base oil in these solvents. The performance of the extraction agents can also be related to the different interaction between the solvent and oil molecules, due to the size of the main carbon chain and the solvent molecules configuration [17].

The polarity of solvent is significant to the extraction efficiency in removing oil contaminants. Thus, a solvent has good dissolving ability when its polarity is similar to that of oil.
The recovery increased with increase in solvent carbon chain. This is mainly because carbon atoms lose hydrogen ions and act as a carrier medium for the oil molecules.

The extracting solvent must have two important properties; should be miscible with the base oil contained in the waste oil being processed and; must reject from the solution the used oil impurities allowing their aggregation to particle sizes big enough to separate from the liquid by sedimentation.

The addition of a base promotes a fast flocculation of the impurities, which are separated from the base oil by the solvent. The flocculation is enhanced in the presence of OH groups that neutralize the electrostatic repulsion. Furthermore, addition of a solution containing ions that neutralize those charges, break this stability. Participation of alcohol OH groups in ion exchange reactions with the electrolyte ions helps to neutralize the electrostatic repulsion.

Effective separation of thickening agent from primary base oil is mainly influenced by the properties of the degrading agent used such as solubility in water, concentration and temperature. Alkali-hydroxides are highly soluble in water compared to alkali-carbonates and they tend to have a strong affinity of hydrolysing grease molecules in suspension [17].

Acknowledge of the sediment content of crude oils and fuel oils are important both to the operation of refining and the buying or selling of these commodities.

The results listed in table 1; figure 1 shows flow chart of all results.

Table 2. Sediments in different samples

No.	Sample	Sediments %
1	Used turbine oil	3.15
2	Used lubricating oil	3.77
3	Khormala crude oil	0.592
4	Petroleum products dew	2.93
5	Used lubricating oil A2	1.636
6	Magnum 15W40 (used oil)	2.524
7	Magnum 15W40	2.71
8	Arya oil 15W40 (recycled)	6.319
9	Used lubricating oil (diesel cars)	0.319
10	Fuel oil	0.711

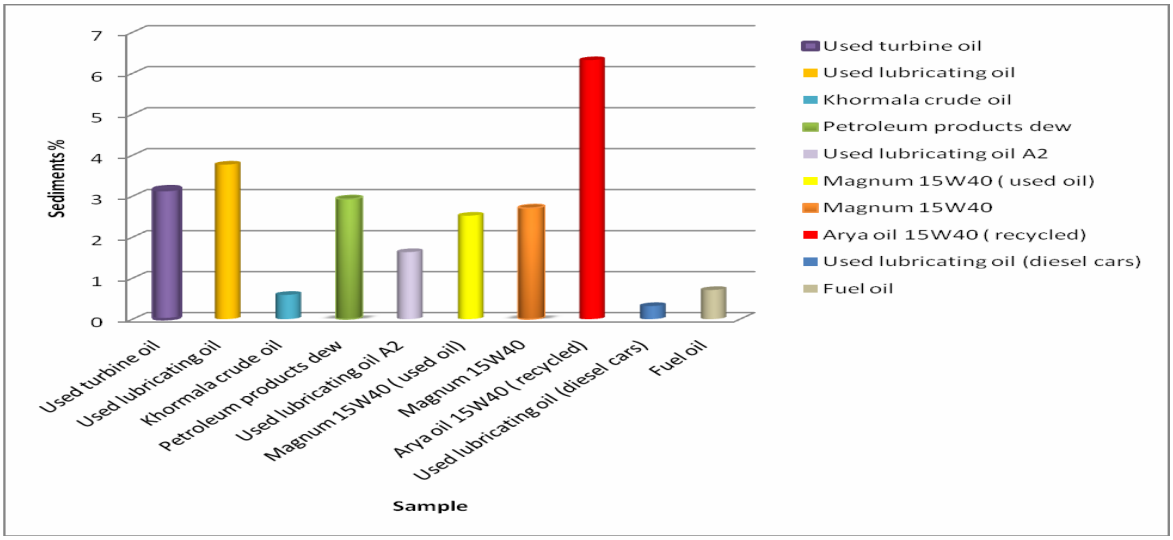


Figure 3. Flow chart of results

Acknowledgements:

My sincere thanks to Erbil Technology College – petroleum technology department for providing us with the necessary requirements needed.

Conclusion:

Sediments in different samples of crude oil, lubricating oil (virgin, used and recycled) and turbine oil from Koya city – Kurdistan region – Iraq local market was estimated by extraction. Results shows that sediments in some samples in a high level.

References:

[1] J. Rincon, P. Canizares, M.T. Garcia,2005. "Regeneration of Used Lubricant Oil by Polar Solvent Extraction," Ind. Eng. Chem. Res., vol. 44, pp. 4373 – 4379, DOI:10.1021/ie040254j

[2] J. Rincon, P. Canizares, M. T. Garcia, 2007. "Regeneration of used lubricant oil by ethane extraction," J. of Supercritical Fluids, vol. 39, pp. 315-322, DOI:10.1016/j.supflu.2006.03.007

[3] J. Lucik, A. Orlovic, M. Spiteller, J. Jovanovic, D. Skala, "Re-refining of waste mineral insulating oil by extraction with N-methyl-2- pyrrolidone," Seperation and Purification Technology, vol. 51, pp. 150- 156, 2006. DOI:10.1016/j.seppur.2005.12.029

[4] Al-Zahrani. S. M, Putra. M. D, 2013. "Used lubricating oil regeneration by various solvent extraction techniques," J. of Industrial and Enginnering Chemistry,vol. 19, pp. 536-539, DOI:10.1016/j.jiec.2012.09.007

[5] S. A. Sadeek , H. S. Ahmed, Ebaa A. ElShamy ,H. A. El Sayed and As. A. Abd El Rahman, March 2014."Hydrotreating of Waste Lube Oil by Rejuvenated Spent Hydrotreating Catalyst" Egyptian Journal of Petroleum, 23(1) , DOI:10.1016/j.ejpe.2014.02.008

[6] P. Hajivand and A. Vaziri ,March 2015. "Optimization of demulsifier formulation for separation of water from crude oil emulsions, Brazilian Journal of Chemical Engineering, 32(1):107-118, DOI:10.1590/0104-6632.20150321s00002755

[7] N.O. Elbashir, S.M. Al-Zahrani, M.I. Abdul Mutalib, A.E. Abasaeed, November 2002. "A method of predicting effective solvent extraction parameters for recycling of used lubricating oils,Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, Volume 41, Issue 9, Pages 765-769, doi.org/10.1016/S0255-2701(02)00006-5

[8] M. A. Ávila-Chávez, R. 2007. Eustaquio-Rincón, J. Reza, A. Trejo, "Extraction of hydrocarbons from crude oil tank bottom sludges using supercritical ethane," Separation Science and Technology, vol. 42, pp. 2327–2345, DOI:10.1080/01496390701446449

[9] H. A. Faris, N .A. Sami, A. A. Abdulrazak and J. S. Sangwai 2015. "The Performance of Toluene and Naphtha as Viscosity and Drag Reducing Solvents for the Pipeline Transportation of Heavy Crude Oil, Petroleum Science and Technology,33(8):952960, https://doi.org/10.1080/10916466.2015.1030079

[10] R. M. Rafie, A.R. I. Inaam, H.T. Alladdin, M. Gordon, 2013. "Waste lubricating oil treatment by extraction and adsorption," Chemical Engineering Journal, vol. 220, pp 343–351, DOI: 10.1016/j.cej.2012.12.076

[11] Radel Sultanbekov and Maria Nazarova"The influence of total sediment of petroleum products on the corrosiveness of the metal of the tanks during storage,E3S Web of Conferences 121, 01015 (Corrosion in the Oil & Gas Industry 2019). https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912101015

[12] Sultanbekov R. R., Nazarova M. N. 2019. Determination of compatibility of petroleum products when mixed in tanks. EAGE., Tyumen, DOI: 10.3997/2214-4609.201900614.

[13] Yali Gao, Xue Zhao, Zhonglei Ju, Yue Yu, Zhixin Qi and Deqi Xiong 2018.**"**Effects of the suspended sediment concentration and oil type on the formation of sunken and suspended oils in the Bohai Sea**"** Environmental Science: Processes & Impacts, Issue 10 . DOI:https://doi.org/10.1039/C8EM00293B

[14]Verónica Jornet-Mollá, Carlos Giménez-Saiz, Laura Cañadillas Delgado, Dmitry S. Yufit, Judith A. K. Howard and Francisco M. Romero, 2021. "Interplay between spin crossover and proton migration along short strong hydrogen bonds, Chemical Science **,** Issue 3, .DOI:https://doi.org/10.1039/D0SC04918B

[15] Fabiane G. Antes, Juliana S. F. Pereira, Liange O. Diehl, Letícia S. F. Pereira, Paula Boeck, Regina C. L. Guimarães, Ricardo A. Guarnieri, Bianca M. S. Ferreira, Maria de Fatima P. dos Santos, Edson Luiz Foletto and Erico M. M. Flores, 2013. "Sediment removal from crude oil emulsion using microwave radiation, Journal of the Brazilian Chemical Society, Vol. 24, No. 8, 1287-1294, http://dx.doi.org/10.5935/0103-5053.20130163

[16] Shawnam O. A., Qasim Y. M. and Sarmad R. K. 2019." Estimation of Mercury in Soil, Water and Plants Spectrophotometrically" ORIENTAL JOURNAL OF CHEMISTRY, Vol. 35, No. (6): Pg. 1718-1721,DOI: http://dx.doi.org/10.13005/ojc/350613

[17] N.O. Elbashir , S.M. Al-Zahrani M.I. Abdul Mutalib , A.E. Abasaeed , 2002. "A method of predicting effective solvent extraction parameters for recycling of used lubricating oils" Chemical Engineering and Processing, 41 (2002) 765-769, https://doi.org/10.1016/S0255-2701(02)00006-5

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Depremin dönme bileşenlerinin yapıların dinamik davranışları üzerindeki etkisi

Osman AKYÜREK[1*] (*ORCID*: https://orcid.org/0000-0001-8161-1775)

[*1]Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Nevşehir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: oakyurek@nevsehir.edu.tr

Özet

Deprem; üç yönde ötelenmeye (x-, y- ve z-yönünde) ve üç yönde dönme (x-, y- ve z-etrafında) olmak üzere 6 bileşenden oluşmaktadır. Günümüzde binalar genel olarak depremin yatay bileşenleri (x-, y-) kullanılarak deprem yüklemeleri altındaki analizleri yapılmaktadır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde (TBDY-2018) yatay spektrum eğrisinin yanında her ne kadar düşey elastik spektrum eğrisine ait bilgiler verilmişse de deprem etkilerini göz önüne alırken depremin düşey bileşeni de çoğu zaman ihmal edilmektedir. Bunun yanında depremin diğer bileşenleri olan dönme bileşenleri de analizlerde ihmal edilmektedir. Ancak depremin bu bileşenleri özellikle burulma düzensizliğine sahip binalar ve yüksek katlı binalar için kritik olabilir. Bu sebeple bu çalışmada, Amerika'da SAC projesi için inşa edilen Benchmark 9 katlı çelik bina analiz için seçilmiştir. Yapı, depremin yatay (x- ve y-) ve düşey (z-) bileşenlerine maruz bırakılmıştır. Depremin dönme bileşenlerinin yapı davranışı üzerindeki etkisini incelemek maksadıyla depremin yatay ve düşey bileşenlerine ilave olarak burulma bileşenleri de yapıya etki ettirilmiş ve lineer zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analizler yapılmıştır. Yapının üç boyutlu sonlu eleman modeli ve analizi Sap 2000 programı yardımıyla yapılmıştır. Sonuç olarak, depremin dönme bileşenin taban kesme kuvveti ve yapının köşe kenar kat ötelenmelerini ortalama olarak önemli derecede etkilediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Depremin dönme bileşenleri, Zaman tanım alanlı analiz, Benchmark 9 katlı çelik bina.

The effect of the rotational components of the earthquake on the dynamic behavior of structures

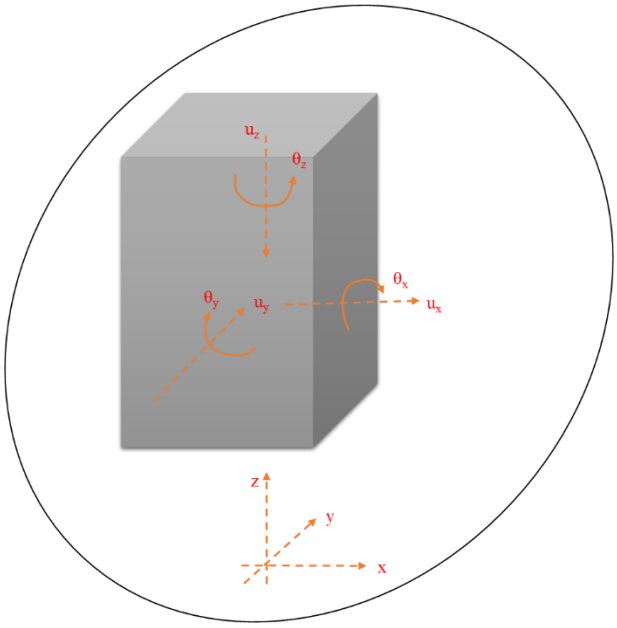
Abstract

An earthquake consists of 6 degrees of freedom: three in translational directions (x-, y-, and z-directions) and three in rotational directions (x-, y-, and z-around). In general, buildings are analysed under earthquake loading using the horizontal components of the earthquake (x-, y-). Even today, there is more information needed about the vertical elastic spectrum curve given next to the horizontal spectrum curve in the Turkish Building Earthquake Code (TBEC-2018), the vertical component of the earthquake is often neglected when considering earthquake effects. In addition, rotational components, which are the other components of the earthquake, are also neglected in the analysis. However, these components of the earthquake can be critical, especially for buildings with torsional irregularity and high-rise buildings. For this reason, in this study, the Benchmark 9-story steel building, constructed for the SAC project in the USA, is picked for analysis. The structure is exposed to the horizontal (x- and y-) and vertical (z-) components of the earthquake. To examine the effect of the rotational components of the earthquake on the structural behavior, the structure is subjected to both rotational and horizontal and vertical components of the earthquake by analyzing it in the linear time history analysis method with the effective selections of the scale factor of rotation around x-direction. The three-dimensional finite element model and structure analysis are made with the help of the Sap 2000 program. In conclusion, it is seen from the obtained results that the rotational components, which are generally ignored, significantly affect the base shear force and the building maximum story drifts on average.

Keywords: Rotational component of earthquake, Linear time history analysis, 9-story Benchmark building.

GİRİŞ

Deprem kaçılmaz bir hayat gerçeği olup, ülkemizin çoğu bölgesi bu tehlike altındadır. Özellikle deprem bölgelerinde yapı stokları belli bir tekrarlama periyodunca ciddi depremlere maruz kalmaktadırlar. Bu sebeple depreme dayanıklı yapı tasarımı ve uygulama esasları toplumun güvenliği için önemli bir hal almaktadır. Yapılar deprem analizlerinde genellikle iki yatay yönde depreme maruz kaldıkları varsayılırken yeni deprem yönetmeliğiyle (TBDY, 2018) birlikte depremin düşey bileşeni de hesaplamalarda dikkate alınmaya başlanmıştır. Ancak bu durum bile gerçek bir deprem anında yapının göstereceği davranışı tahmin etmede yeterli bir durum olmayabilir. Çünkü depremin sismograf tarafında kaydedilemeyen bileşenleri de vardır örneğin; yerçekimi yönü etrafında dönme (burulma/torsional) ve yerçekimine dik diğer yönler etrafındaki dönme (rocking) bileşenleri gibi. Her ne kadar bu bileşenler kaydedilemese de, yapı davranışı ve yapı performansı üzerinde etkili olduğu birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Jomen ve ark., 2004; Vaseva ve ark., 2010; Guéguen ve Astorga, 2021).



Şekil 1. Depremin etkisi altındaki yapının yatay ve düşey ötelenmeleri ve dikey üç eksen etrafındaki dönmelerinin şematik gösterimi

Bir yapının ayrıntılı bir sismik analizi için depremin tüm bileşenlerini kullanarak yapının dinamik analizinin yapılması gerekmektedir. Bu amaçla depremin hem öteleme (yatay ve düşey) hem de dönme bileşenleri yapının tabanında uygulanmalıdır Şekil 1'de görüldüğü gibi. İvmeölçer (sismograf) cihazlarının sınırlı kapasiteleri sebebiyle depremin sadece ötelenme bileşenleri kayıt edebilmekteyken, dönme bileşenlerini kayıt edememektedir. Bu çalışmada depremin dönme bileşenlerini tahmin ve tayin etmek her ne kadar önemli olsa da bu bileşenlerin yapıların dinamik davranışı üzerindeki etkilerine odaklanılmıştır. Bu sebeple depremin yatay bileşenleri kullanılarak aritmetik ortalaması alınarak ölçeklendirilerek dönme bileşeni elde edilmiştir. Depremin tüm bileşenleri Sap 2000 bilgisayar programı yardımıyla seçilen model bina üzerine etki ettirilmiş ve lineer zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analizler yapılmıştır. Sonuç olarak, yatay bileşenin taban kesme kuvveti ve yapının köşe kenar kat ötelenmelerini önemli derecede etkilediği görülmüştür. Bu sonuçlar ışığında, yapının depreme karşı dinamik analizleri yapılırken daha gerçekçi bir sonuca ulaşmak ve yapı güvenlik koşullarını daha da iyileştirmek için depremin yatay bileşenlerinin yanında burulma bileşenlerinin de hesap katılması daha uygun olacağı analiz sonuçlarında görülmüştür.

MODEL BİNANIN TANITILMASI

Bu çalışma kapsamında SAC projesi kapsamında Amerika Birleşik Devletleri Kaliforniya eyaletinde inşa edilmiş olan 9 katlı çelik yapı analizler için seçilmiştir (Federal Emergency Management Agency (FEMA), 2000). Bu proje kapsamında az katlı binaları temsilen 3 katlı, orta katlı binalar için 9 katlı ve yüksek katlı binaları temsilen 20 katlı çelik yapılar Brandow & Johnston Associates tarafından SAC faz 2 projesi için inşa edilmiştir. Bu çalışmada genel Türkiye yapı stokunu temsilen orta yükseklikteki bina 9 katlı çelik yapı analizler için seçilmiştir.

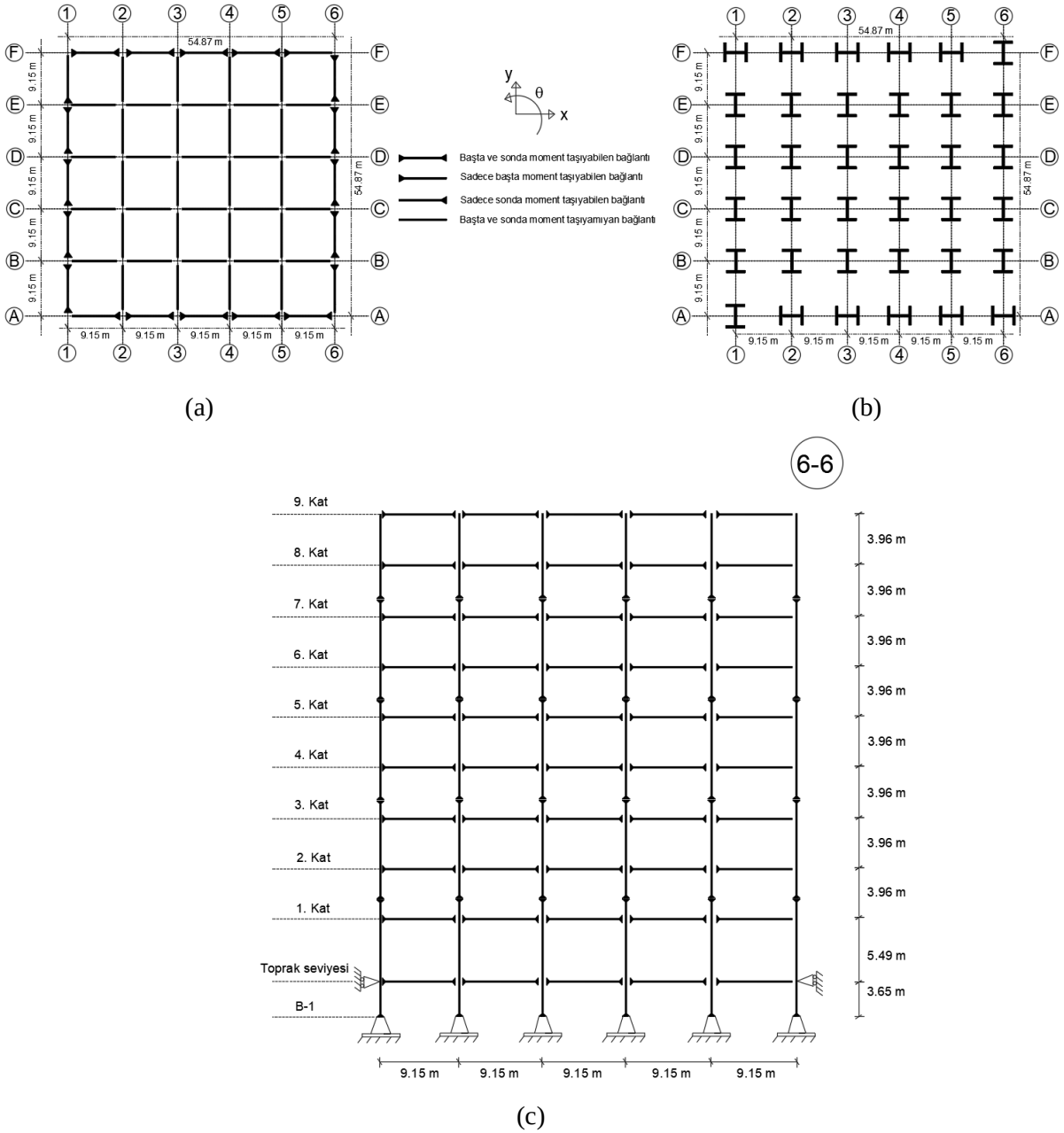
Kolonlar temele sabit mesnetlenmiş ve 345 MPa çeliğinden üretilmiştir. Kirişler ve komposit döşemeler ise 245 MPa çelikten üretilmişlerdir. Yapıda kirişler ve kolonlarda kullanılan profiller geniş başlıklı (W-) kullanılmıştır ve Tablo 1'de verildiği şekildedir.

Tablo 1. Yapıda her bir kat için kullanılan kesit profilleri

Kat no	Kat yüksekliği (m)	Dış kolonlar	İç kolonlar	Kirişler
1	5.49	W14x370	W14x500	W36x160
2	3.96	W14x370	W14x500	W36x160
3	3.96	W14x370	W14x455	W36x135
4	3.96	W14x370	W14x455	W36x135
5	3.96	W14x283	W14x370	W36x135
6	3.96	W14x283	W14x370	W36x135
7	3.96	W14x257	W14x283	W30x99
8	3.96	W14x257	W14x283	W27x84
9	3.96	W14x233	W14x257	W24x68

Yapı genel olarak her iki yönde 5 açıklıklı ve her bir açıklık 9.15 m uzunluğundadır. Kolonların kat planına yerleşimi Şekil 2a'da verildiği gibidir. Ayrıca moment taşıyabilen çerçeve sistemler yapıya simetrik olarak yerleştirilmiş ve dış akslarda kullanılmıştır Şekil 2b'de görüldüğü gibi. Böylelikle yapıda yapısal olarak herhangi bir geometrik eksantriklik mevcut değildir. Dış çerçevelerden birine ait kesit Şekil 2c'de verildiği gibidir. Diğer iç kolon ve kiriş bağlantıları basit bağlantı yöntemiyle birleştirilmiştir. Bu sebeple moment taşıma kapasiteleri analizlerde ihmal edilmiştir. Her bir kat seviyesi için tanımlanan komposit döşemeye rijit diyagram ataması yapılmıştır. Böylelikle dinamik yükleme durumunda tüm yapının birlikte bu yüklemeye karşı koyabilme yeteneği kazandırılmıştır.

Ohtori ve ark. (2004) çalışmalarında her bir kat için ağırlık merkezinde toplanmış varsayılarak verilen kütleleri bodrum katı için 9.65×10^5 kg, birinci kat için 1.01×10^6 kg, ikinci kat ile sekizinci katlar arası için 9.89×10^5 kg ve son kat için 1.07×10^6 kg. Toplam yapı kütlesi 9.00×10^6 kg olarak verilmiştir. Her bir kat için verilen bu yükler Sap 2000 programı yardımıyla döşemeler üzerine yayılı ölü yük olarak atanıp kütle kaynağı olarak alınmıştır.



Şekil 2. 9-katlı Benchmark binasına ait detaylar; (a) plandaki kolon yerleşimi görünüşü (b) kiriş kolon birleşimleri ve (c) yapıya ait cepheden görünüm

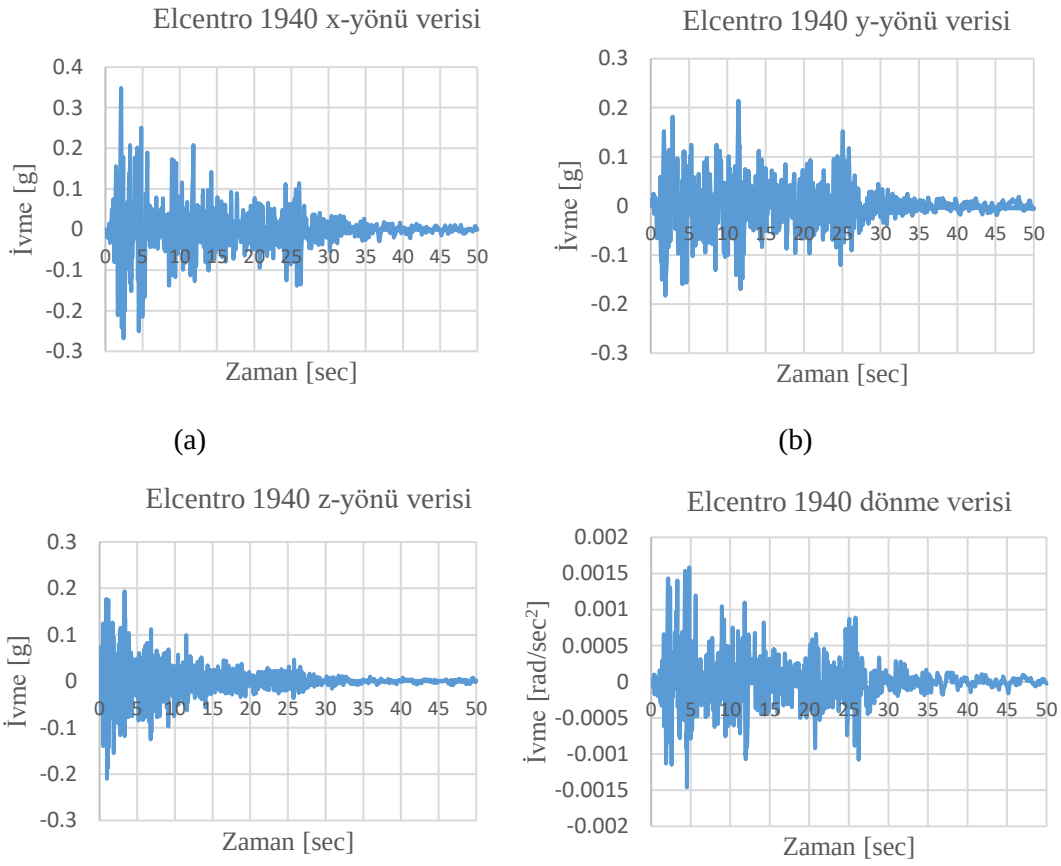
ANALİZ YÖNTEMİ

Zaman tanım alanlı analizi (ZTA) dinamik bir yapısal analiz metodudur. Her ne kadar deprem yönetmeliklerinin çoğunda (TBDY-2018), bu yöntemin diğerlerine kıyasla daha fazla zaman ve gayret/çaba alacağı için bu metodun yerine Spektrum Analiz (SA) yöntemini teşvik etmekteyse de, ZTA geçmiş kayıtlı deprem kayıtlarını kullanarak daha gerçekçi sonuç vermektedir. Yani ZTA, yapının dinamik davranışını değerlendirmek için daha güvenilir bir analiz yöntemiyken, diğerleri sadece yaklaşık çözümler sunmaktadır.

ZTA analizleri boyunca, tüm yapısal elemanların elastik aralıkta performans gösterdiği varsayılmıştır. Yapısal veya geometrik non-lineer davranışlar dâhil olmak üzere tüm doğrusal olmayan davranışlar hesaplamalarda dikkate alınmamıştır. Yapının sonlu eleman modeli Sap 2000 programı yardımıyla elde edilmiştir. Bu nedenle bu çalışmada Sap 2000 programında yapının THA simülasyonları gerçekleştirilip, her bir yükleme durum için sonuçlar değerlendirme amacıyla kaydedilmiştir.

Analizlerde Kullanılan Deprem Kayıtları

Bu çalışmada kullanılan Elcentro depreminin x-, y-, z- yönüne ait deprem kayıtları sırasıyla Şekil 3a, Şekil 3b ve Şekil 3c'de gösterilmiştir. Ayrıca depremin x-, y-yönü verileri kullanılarak varsayımsal olarak elde edilen dönme (R_1, R_2 ve R_3) yönlerine uygulanacak deprem kaydı da Şekil 3d' de verilmiştir. Sonuç olarak, depremin dönme ve burulma bileşenlerinin bina dinamik tepkisi üzerindeki etkisi araştırıldığı için farklı etki faktörü katsayıları kullanılarak binanın dinamik analizleri yapılmıştır.



Şekil 3. 1940 yılındaki meydana gelen Elcentro depremine ait: (a) x-yönü verisi, (b) y-yönü verisi (c) z yönü verisi ve (d) dönme ve burulma verisi (x, y yönündeki deprem veriler kullanılarak elde edilmiştir.)

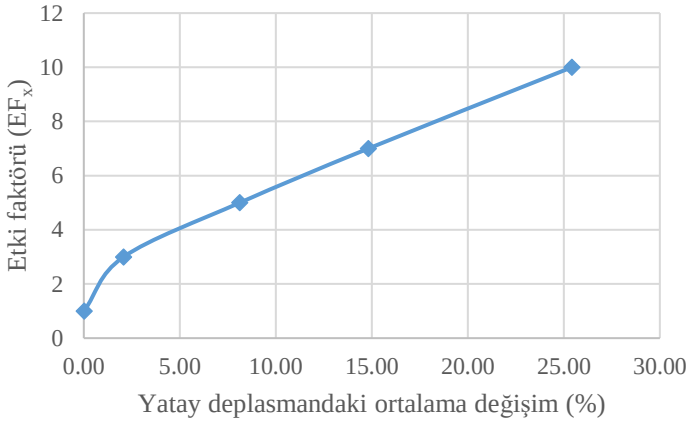
Etki Faktörü Katsayıları

Dinamik analizler yapılırken model binalar üzerindeki etkilerini araştırabilmek için depremin dönme bileşenin Etki Faktörü (EF) katsayı ile büyütülerek Sap 2000 program yardımıyla model binalara uygulanmıştır. Dönme bileşeni her üç ekseni için tek bir veri olarak elde edilmiştir Şekil 3d' de görülüğü gibi. Bu veri Etki Faktörü ile çarpılarak model binalara uygulanmıştır. Etki faktörleri (EF_x, EF_y ve EF_z) ise aşağıda sırasıyla x-, y- ve z-ekseni etrafındaki dönme etki faktörlerini temsil etmekte olup, bu çalışmada sadece EF_x etki faktörü kullanılmıştır. EF_x sınırlandırılırken deprenmenin dönme verisinin maksimum ilgili yöndeki dikey verisine eşit veya ondan küçük olacağı varsayımı yapılarak belirlenmiştir.

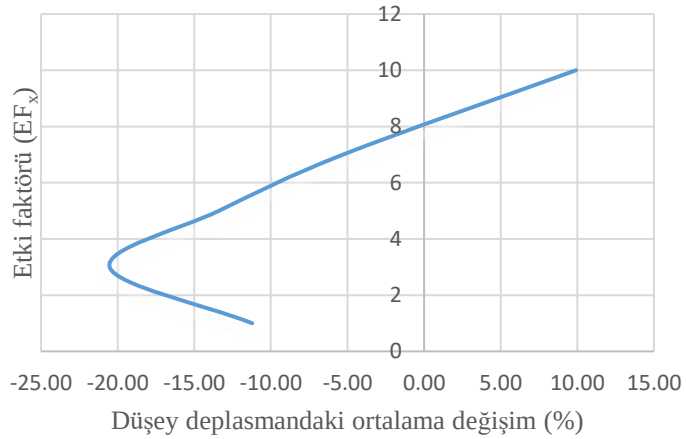
ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışma da depremin üç yöndeki dikey bileşenlerinin yanında, dönme bileşenlerinin de analizlerde dikkate almak için Sap 2000 programı yardımıyla 9-katlı Benchmark çelik yapısı üç boyutlu olarak modellenmiştir. Bilindiği üzere depremin dikey bileşenleri her ne kadar sismograf yardımıyla kayıt altına alınabilse de, depremin kaydedilemeyen bileşenleri de vardır. Bunlar dönme bileşenleridir. Bu sebeple bu çalışmada, depremin dönme bileşenleri, dikey bileşenlerin aritmetik ortalaması alınarak varsayımsal olarak elde edilmiştir ve dönme bileşeni

Şekil 3d'de gösterilmektedir. Bu veri farklı etki faktörleri etkisi altında Benchmark binasına etki ettirilerek ZTA yöntemiyle yapının analizleri yapılmıştır. X-yönündeki etki faktörü (EF_x) 0 ile 10 arasında sınırlandırılarak yapının y-yönünde köşe kenar yatay ötelenmesi ortalama olarak Şekil 4'te verilmiştir. Bu şekle göre EF_x değeri artıkça yani yapıdaki x ekseni etrafında dönme bileşenin etkisi arttıkça yapının y-yönünde yatay deplasmanı, dönme bileşenin etki katsayısıyla doğrusal olarak artığı gözlemlenmektedir. EF_x 10'a eşit olduğu zaman yapının sadece düşey bileşenleri altındaki y-yönündeki yatay ötelenmesine göre yapı %25 oranında bir artışa maruz kalmaktadır ki bu azımsanamayacak kadar büyük bir değerdir. Yine aynı şekilde z-yönündeki düşey yer değiştirmeye bakacak olursak, $0<EF_x<8$ aralığında, düşey deplasmanda x-yönündeki dönme bileşenin etkisi depremin düşey bileşenleri etkisi altındakinden daha azken $8<EF_x<10$ aralığında Şekil 5'te görüldüğü gibi artışa geçmiştir.



Şekil 4. X-ekseni etrafındaki depremin dönme bileşenin yapının y-yönündeki yatay ötelenmesine etkisi



Şekil 5. X-ekseni etrafındaki depremin dönme bileşenin yapının z-yönündeki düşey ötelenmesine etkisi

Tablo 2'ye bakıldığı zaman ELC_{xyz} Benchmark binasının sadece depremin üç yöndeki dikey (x-, y-ve z-yönündeki) bileşenlerini etkisi altındaki analiz sonuçlarını göstermektedir. Bu yükleme durumu deprem yönetmeliklerinde depremin iki yatay ve bir düşey bileşenleri için spektrum eğrileri verilerek önerilen yöntemdir. Benzer şekilde $ELC_{xyz,R3}$ ise depremin üç yöndeki dikey bileşenlerinin yanında düşey yön etrafındaki burulma bileşeninde dikkate alındığı analiz sonuçlarını temsil etmektedir. Bu yükleme durumu ise depremin burulma etkilerinin yapılarda dikkate alınması açısından en çok tercih edilen yöntemi temsil etmektedir. ELC_{total}'da ise deprem tüm bileşenleri dikkate alınarak ZTA sonuçlarına ulaşılmıştır.

Tablo 2. Binanın taban katında meydan gelen kuvvet ve moment bileşenleri

Etki Fak.	Yükleme Durumu	F_X KN	Değiş. %	F_y KN	Değiş. %	F_z KN	Değiş. %	M_X KN-m	Değiş. %	M_Y KN-m	Değiş. %	M_Z KN-m	Değiş. %
EF_x=1	ELC_xyz	18396	X	3282	X	34760	X	606905	X	722333	X	752	X
	ELC_xyz,R3	18396	0.00	3282	0.00	34759	0.00	606905	0.00	722333	0.00	42517	5552.83
	ELC_total	18851	2.47	3111	-5.21	34759	0.00	615809	1.47	746699	3.37	42517	5552.83
EF_x=3	ELC_xyz	18396	X	3282	X	34760	X	606905	X	722333	X	752	X
	ELC_xyz,R3	18396	0.00	3282	0.00	34759	0.00	606905	0.00	722333	0.00	42517	5552.83
	ELC_total	18853	2.48	3115	-5.11	34759	0.00	638145	5.15	747171	3.44	42517	5552.83
EF_x=5	ELC_xyz	18396	X	3282	X	34760	X	606905	X	722333	X	752	X
	ELC_xyz,R3	18396	0.00	3282	0.00	34759	0.00	606905	0.00	722333	0.00	42517	5552.83
	ELC_total	18856	2.50	3287	0.15	34759	0.00	665249	9.61	747642	3.50	42517	5552.83
EF_x=7	ELC_xyz	18396	X	3282	X	34760	X	606905	X	722333	X	752	X
	ELC_xyz,R3	18396	0.00	3282	0.00	34759	0.00	606905	0.00	722333	0.00	42517	5552.83
	ELC_total	18858	2.51	3495	6.48	34759	0.00	697504	14.93	748114	3.57	42517	5552.83
EF_x=10	ELC_xyz	18396	X	3282	X	34760	X	606905	X	722333	X	752	X
	ELC_xyz,R3	18396	0.00	3282	0.00	34759	0.00	606905	0.00	722333	0.00	42517	5552.83
	ELC_total	18861	2.53	3816	16.27	34759	0.00	753026	24.08	748821	3.67	42517	5552.83

X-yönündeki taban kesme kuvveti (F_x) değişimine bakıldığı zaman, depremin x-yönündeki dönme bileşenin etkisiyle, taban kesme kuvvetinde yaklaşık olarak %2.5 oranında bir artışa sebebiyet vermektedir. Y-yönüne bakılacak olursa, taban kesme kuvveti $1<EF_x<5$ aralığında azalırken bu aralıktan sonra hızlı bir şekilde artarak yaklaşık olarak %16'ya kadar artmıştır. Düşey yönde ise dikkate değer bir değişim meydana gelmemiştir.

İlk katta meydan gelen momentlerdeki değişimine bakılacak olursa, x-ekseni etrafında oluşan moment (M_x)'te etki faktörünün artışıyla doğru orantılı bir ilişkiye sahip olduğu gözlemlenmiş olup yüzdesel olarak 1.47'den 24.08'e kadar bir atış meydana gelmiştir. M_y'de ise ortalama artış etki faktörünün değişiminden bağımsız olarak %3.5 olarak gözlenmiştir. M_z'ye de ise, dönme etkilerinin ihmal edildiği durum ($ELC_{_xyz}$) ile $ELC_{_xyz,R3}$ ve $ELC_{_total}$ arasında dikkate değer bir artış meydana gelmiştir. Bu artış yaklaşık olarak %5550 belirlenmiştir. Buda göstermektedir ki, depremin dönme etkisinin yapıların dinamik davranışı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, depremin üç yöndeki dikey bileşenlerinin yanında depremin dönme bileşenlerini de dikkate alan farklı yükleme durumları için bir dizi analizler yapılmıştır. Analizler Sap 2000 programı yardımıyla zaman tanım alanlı hesap yöntemiyle çözümlenmiştir. Elde edilen sonuçlar kısaca aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

- Depremin x-yönündeki dönme bileşenin dikkate alındığı analize bakıldığı zaman, yaklaşık olarak etki faktörüyle doğrusal bir ilişkiliyle artarak en nihayetinde binanın y-yönünde % 25'e kadar bir artışa sebebiyet verebileceği görülmektedir. Ayrıca bu bileşenin etkisiyle z-yönünde de düşey yer değiştirmelerde dikkate değer değişimler meydana gelmiştir.
- X- ve y-yönündeki taban kesme kuvvetlerinde özelikle y-yönündekinde dikkate değer artışlara sebebiyet vermiştir. Bina tasarımında ve performans tayininde taban kesme ve çatı ötelenmelerinin önemi büyük olduğu için her iki parametreyi depremin dönme bileşeni önemli derecede etkilemektedir. Bu da gösteriyor ki genellikle yapı dinamik analizlerinde ihmal edilen dönme bileşenlerinin yapının dinamik performansına etkisinin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkarmaktadır.

- Temel üst kolanlarda toplam momentlere bakacak olursak, M_x'de dönme bileşenin etki faktöründeki değişimin etkisiyle %24'e kadar bir artış gözlemlenmiştir. M_y'de ise değişimin nispeten az olmasıyla beraber yaklaşık %4 artış gözlemlenmiştir ki bunlar temel tasarımında ve boyutlandırmasında önemli parametrelerdir. Z-yönündeki momen (M_z)'te ise dönmenin dikkate alınması ve alınmaması durumundaki artış dikkat çekmektedir ki bu değer %5550'dir. Özet olarak, yapıların dinamik analizlerinde dönme etkisinin ihmal edilmesi, binaların yetersiz performans düzeylerinde kalmalarına ve bina temellerin de yetersiz boyut ve performans değerlerini sahip olmalarına sebebiyet vermesi oldukça yüksektir.
- Bu sonuçlar ışığında, yapının depreme karşı dinamik analizleri yapılırken daha gerçekçi bir sonuca ulaşmak ve yapı güvenlik koşullarını daha da iyileştirmek için depremin yatay ve düşey bileşenlerinin yanında dönme bileşenlerinin de hesap katılmasının daha uygun olacağı kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

AFAD ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. 2018. *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*. Vol. 30364.

Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2000. "FEMA 355F - State of the Art Report on Performance Prediction and Evaluation of Steel Moment-Frame Buildings." *Fema-355F* 1:1–367.

Guéguen, Philippe, and Ariana Astorga. 2021. "The Torsional Response of Civil Engineering Structures during Earthquake from an Observational Point of View." *Sensors (Switzerland)* 21(2):1–21.

Jomen, Tohru, Akira Murata, Masaru Kitaura, and Masakatsu Miyajima. 2004. "Rocking Component of Earthquake Induced by Horizontal Motion in Irregular Form Foundation." Pp. 1–7 in *3 th World Conference on Earthquake Engineering*.

Ohtori, Y., R. E. Christenson, B. F. Spencer, and S. J. Dyke. 2004. "Benchmark Control Problems for Seismically Excited Nonlinear Buildings." *Journal of Engineering Mechanics* 130(4):366–85. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9399(2004)130:4(366).

Society of Civil Engineers, American. 2006. *ASCE American Society of Civil Engineers Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures This Document Uses Both the International System of Units (SI) and Customary Units*.

Vaseva, Elena, Dilyan Blagov, Z. Bonev, E Vaseva, D Blagov, and K. Mladenov. 2010. "Seismic Design of Slender Structures Including Rotational Components of the Ground Acceleration–Eurocode 8 Approach." Pp. 1–8 in *14th European Conference on Earthquake Engineering.*

➢ *ORAL PRESENTATION*

UAV-UGV Cooperation via Bridge Network Using SPI Communication Protocol

Tolga Ulutaş (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6648-5587*), Osman Avcı (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-7011-1601*), Engin Can Akar (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-4097-8201*), Barış Köksal (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-4663-889X*), Yılmaz Kalkan* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1261-5857*)

Aydın Adnan Menderes, Faculty of Engineering, Electrical and Electronics Department, Aydın, Turkey.

*Corresponding author e-mail: yilmaz.kalkan@adu.edu.tr

Abstract
In this study, an Unmanned Air Vehicle (UAV) and an Unmanned Ground Vehicle (UGV - Rover) are designed and implemented at the same time to work in cooperation for realizing some tasks. The Rover is designed as much smaller than the UAV, it is carried by the UAV and it can make its own movement after leaving the UAV near the area where it will be deployed. At this stage, the carrier UAV acts as a communication relay, providing communication between the control station (user) and the Rover. Using inexpensive and off-the-shelf transceiver modules on each of the control station, carrier UAV and Rover, communication between them is achieved via programming. The relay communication system is designed on Serial Peripheral Interface (SPI) protocol of transceiver modules. The Rover is equipped with a camera on it to record videos and to take pictures. Both the UAV and the Rover were designed especially in order to reduce the energy consumption of the Rover. Hence the Rover is designed as small in size and light as possible. By taking into account the equipment, batteries and engines that the Rover will carry, the efficient and inexpensive design has been tried to be implemented in order to increase its range and reduce energy consumption. By making such a design it is possible to use it in the defense industry for military purposes, in places where bomb detection or long-range access is difficult with a single UAV, where land access is required, and in narrow areas with space restrictions.
Keywords: UAV, UGV, Relay Communication

INTRODUCTION

Nowadays researchers are focused on the cooperation of many different vehicles like many UAVs or UAV-Unmanned Ground Vehicle (UGV) to realize many different missions. Monitoring and inspection tasks can be done with UAV, but in more sensitive missions UAV will not provide maximum efficiency (Reinecke and Prinsloo, 2017, Duan et al., 2019). More sensitive tasks can be performed with more sensitive vehicles like Rovers that can work together with UAVs (Quaglia et al., 2019, Harik et al., 2015, Lakas et al., 2018). The UGV can be used autonomously by both an user and UAV (Saska et al., 2012, Galar et al., 2020, Cantelli et al., 2013, Hakukawa et al., 2018)

The most important problem is communication between the Rover and the ground station through UAV as a communication relay. The mentioned works above only includes simulations and assumes information are transferred between UAV-Rover without talking about communication problem. In (Chen et al., 2016) it is proposed that UAV can be used as a communication relay between UAV and control unit in a Wireless Sensor Networks perspective. But in real applications, transferring data or communication between UAV, Rover and ground station is a critical problem to be soved. In literature, application examples on this problem is very limited. In (Miki et al., 2019) a serial communication link is used, sending telemetry at 100 Hz and receiving commands at the same frequency. But here, the range between UAV-Rover and central station is very low (~ 5 meters). The other examples use Wi-Fi network for communication between UAV and Rover (Lee et al., 2014, Shannon et al., 2017, Wei et al., 2017). Actually using Wi-Fi network is useful only for indoor applications and if Wi-Fi network does not exist, it is not a realistic solution. Communication between UAV and Rover in long distances and without using Wi-Fi is still a problem.
The main purpose of this study is to design a Rover and an UAV that carries it, to implement their communication with each other and with the ground station. This design can be used for the following purposes;

i. To be able to use it for applications that cannot be done from the air and must be carried out from the ground.
ii. To be able to collect data in a confidential way with the advantage of its small size in narrow and difficult zones to be entered.
iii. Being able to deploy the Rover in longer distance areas with the help of communication established in areas where the UAV's range will not be enough.

Especially, in case of no line-of-sight communication between the user and the Rover as in Fig. 1, this kind of communication will be only way to communicate with Rover. The carrier UAV will pick up the Rover from its current location to move it to the desired area. When the carrier UAV arrives at its planned location, it lands and releases the Rover. The carrier UAV begins to act as a communication relay so that it can communicate with the Rover and the user. From this moment on, commands from the user pass over the carrier UAV and are transmitted to the Rover. The Rover performs the requested missions and is taken back by the carrier UAV and returns to the safe zone. While the Rover performs the planned missions, the carrier UAV consumes less energy and operates in standby mode while providing the communication between them.



Figure 1. Realization of Project

The carrier UAV should be capable of carrying the Rover and be supported with equipment that can communicate with the user during its flight. Hence, wireless transceiver modules should be used for this task. Both Rover and carrier UAV designs are built to provide maximum flight time, most stable flight and to consume as little energy as possible. The cost of the designs are important and it should be as low as possible.

MATERIALS AND METHODS

Design of UAV

The frame of the UAV was drawn in 3D in SolidCad, completely within the aerodynamic information. The UAV frame was determined to be an octocopter frame fit for purpose (Kontogiannis and Ekaterinaris, 2013). The main material of the UAV was determined as aluminum. Aluminum materials were cut to the specified dimensions and the octocopter frame was welded to each other. The use of aluminum material normally provides a disadvantage in weight compared to carbon fiber. However, this situation has been turned into a completely advantageous situation with the original design. The aluminum octocopter UAV, which we have created with our own unique design, provides 700 grams of lightness compared to normal carbon fiber frames. The combination of aluminum parts is provided by welding. Welding the arms of the frame that are separated to each other with the straight aluminum pipe in the middle, has also eliminated the strength problem. In this way, our UAV was created entirely with our own design. At the same time, the lightness provided has given us a positive advantage in lifting weights. The proposed design of UAV and Rover is given in Fig.2 below. By using the main design criteria (octocopter frame, Aluminum frame, etc.) the total weight of the UAV with load (Rover) is calculated as 3868 g as in Table 1.



Figure 2. Concept drawing of the UAV`s frame and the Rover

Table 1. The total weight of UAV

Tools	Weight (grams)
Aluminum frame	680
Undercarriage body	224
Sunnysky X4108S brushless motor (8 pcs)	110 X 8 = 880
1245 propellers (8 pcs)	10 X 8 = 80
Battery (24 pcs)	48,5 X 24 = 116
Rover	840
Total	3868

After determining the total weight of the UAV, the proper engines should be chosen. Total thrust performance of the engines is calculated by multiplying total weight of the UAV with 2.19 (maximum thrust ratio). The total thrust value of the motors is found as (Benic et al., 2016);

$$Total\ thrust\ value = 2.19\ x\ 3868 = 8470.92\ g \quad (1)$$

According to the result, 8470.92 grams is the total thrust required by the motors. 8 motors are used in the UAV. Thrust force for each motor is calculated by dividing 8 as 1058.87 g. Each motor must apply 1058.87 grams of thrust. When the motors are compared in these standards, the Sunnysky X4108S brushless motor is found suitable for use. The parameters of the selected motor is given in Table 1.

Table 1. Parameters of the selected motor (Sunnysky, 2021)

Propelller(inch)	Voltage (V)	Current (A)	Thrust (g)	Power (W)	Efficiency(g/w)
APC1238	22.2	7	1060	155.4	6

Looking at the Table 1, at 7A current value, the thrust values is 1060 grams. The thrust value required for the designed UAV is calculated as approximately 1058 grams. This motor has been determined in accordance with the purpose, as a result of mathematical calculations. These values have been taken into account by the technical analysis results on the 12 inch propeller. When the weight is added, the thrust value of the motor increases in the technical analysis results by increasing the propeller size. These results show that it can be solved by increasing the propeller size within the addition of parts to the UAV.

Battery Selection

Lithium ion has been determined as the battery selection. The reason for using a lithium ion battery instead of a lithium polymer battery is that lithium ion has a high power density. Sony VTC 6 battery is used as battery. The 30A output power of the battery was effective in this battery selection. Because the UAV needs a lot of firing power when taking off with its weight. This requirement has thus been solved. Each battery provides 3.7V and 3000mAh. Batteries were riveted to each other in the form of 6s4p (6-serial, 4-parallel) package. When the batteries are fully charged, a value of 25.2 Volts was obtained. As a result, using 24 batteries as 6s4p package total of 12000 mAh and 25.2 Volt output values were provided.

Calculation of Flight Time

The battery unit produces 12000 mAh (12 Ah). In order to calculate the flight time provided by the created battery to the UAV, the following calculation steps are performed (Myers, 2010). 12 Ah gives 12x60 = 720 A minutes total energy. Usually 80% efficiency is achieved due to losses, hence 720 x 0.8 = 576 A minutes is usable energy. The thrust value of the each motor is 7 A and total current drawn is 3x8=56 A. As a result, the UAV provides approximately 576 / 56 = 10.29 minutes of flight time with selected equipment.

Electronics Parts of UAV

Flight control is the circuit board that manages the flight of the UAV. The flight controller's job is to control the power, or RPM, for each motor on the UAV in response to the information received from the UAV controller. It receives raw information from the UAV controller transmitted through the receiver and then makes the corresponding movement to the UAV's controller. Since UAVs have multiple rotors, the flight controller's job is

to take the information sent by the UAV controller and then act on it so that each individual rotor receives the appropriate amount of power to execute the requested movement. When a flight controller is set up well, the UAV pilot's commands sent via the UAV controller should correspond exactly to how the UAV moves in the air.

Pixhawk flight control card was used because it fulfills the desired objectives and is also octocopter compatibility. It also supports 8 ESCs and 8 motors, moreover technical accuracy in terms of use and interface is higher quality as well.

PID Control Adjustments

PID parameter adjustments of the UAV is done by using Pixhawk's user interface. Without these tuning the flight of the UAV is not stable. Therefore, the most important factor is the tuning of the PID controller. The Rover should not have any stabilization problem while flying with the UAV. Weather conditions as wind shouldn't be problem for UAV with load. First of all, all controller parameters are set to zero. Maximum values should not be exceeded. The operating point where the control card is the best should be determined. There are 3 axes being Pitch-axis (P), Roll-axis (R) and Yaw-axis (Y). On the P-axis, the UAV tilts forward or backward. On the R-axis the UAV tilts right or left. On the Y-axis, it rotates counterclockwise and rotates from above in the maintenance direction (Gomez et al., 2020). Usually P, D, I settings are made respectively. Then yaw control is set.

The P controller is proportional to the angle of inclination of the motor power. As the motor output changes, the UAV is stabilized. If the P value is high, the UAV starts to swing. If the P value is too low, the UAV is flying unsteadily. It is best to increase the P value until the UAV begins to oscillate. This value is set. D value is very important in terms of reaction rate. Processes sensor data. It responds to the sensor. For adjusting the range of the D value, if the D value is low it will not act on the rapid changes. If it is too high, it starts to oscillate when sending less signal (Gomez et al., 2020). The I controller is used to change the motor power. This changes the deflection angle. Provides overall correction. Balances against P and D controllers on the UAV. The I value was kept as small as possible considering the P control.

Design of Rover

Rover is very important for functional purposes. It should also be very light in all aspects. First, the frame suitable for the purpose was selected. The Rover was designed in a 3D drawing area to suit the intended purposes and printed with 3D printer (Ultimaker 2+). A tracked all-terrain vehicle was chosen in terms of lightness and tough terrain conditions. A motor that is as light and functional as possible was chosen for the Rover. This motor is 6V 250 RPM DC motor. Each crawler arm was positioned to have 2 motors. Clipper was designed to realize a task (as destroying a bomb) for Rover. MG90s servo motor is used in this robot arm. Designed Rover can be seen in Figure 3.

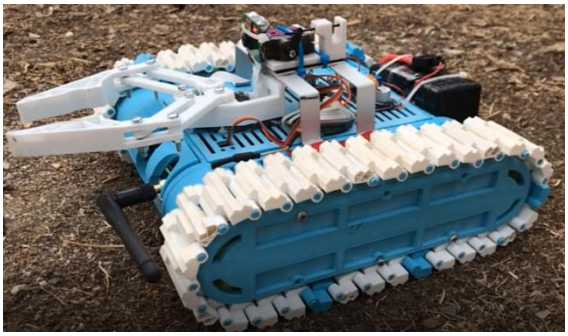


Figure 3. Rover

The materials used in the Rover are as follows. 4 DC motors, L298N, Arduino UNO, nRF24L01 transceiver module, raspberry Pi, raspberry Pi camera module and 11.1 V battery. 4 motors are connected to L298N according to proper outputs. The nrf24L01+ module was positioned on the Arduino UNO in line with the codes in the software. Appropriate connections to L298N have been made on Arduino Nano. Battery connected to L298N and raspberry Pi module. Camera module is socketed to raspberry Pi module and Rover mechanism is completed.

COMMUNICATION SYSTEM

Nowadays, there are many protocols to be used for communication purposes. Concentrating on the necessary protocol according to the place and purpose of use always provides convenience. Therefore, the SPI (Serial Peripheral Interface) Protocol was deemed the most appropriate for this project and studies were carried out on it. SPI is one of the synchronous serial communication types that Arduino supports. It is similar to I2C in terms of features and usage. It allows an Arduino to communicate with other Arduinos or sensors in a short distance (Keskin, 2021, Grusin, 2021, Baskoro et al., 2020, SPI, 2021).

nRF24L01 Communication Module

nRF24L01 is an inexpensive communication module that supports SPI communication protocol and has the necessary I/O pins, using the 2.4 GHz band. SPI communication is an indispensable protocol for the project. Hence, this module is very advantageous for the project and it has been decided to use this module. These modules are presented to the user in two types in the market. One of them does not contain an external antenna and is more suitable for close range use. The other antenna model, on the other hand, has few differences in design and has a high range in outdoor use. This module is called nRF24L01+ PA/LNA. Module with version without external antenna uses the built-in antenna and the other model has an SMA connector and a duck antenna. For the purpose of the project, the use of the model with an external antenna from these two models was deemed appropriate. The nRF24L01+ transceiver module transmits and receives data on a specific frequency, called a Channel, and two or more transceiver modules must be on the same channel to communicate with each other (NRF, 2021). This channel can be between 2.400 and 2.525 GHz which means total of 125 different channels exists with 1 MHz bandwidth. Channel 110 was used in this study. The nRF24L01+ provides a given feature called Multiceiver. This means multi-transmitter is short for single receiver. Each RF channel is logically divided into 6 parallel data channels, called Data Pipes. In other words, it is a logical channel in a physical RF Channel, just like a data pipe. Each data pipeline has its own configurable Data Pipe Address.

The communication between the Rover Receiver, called End Point, and the Control Station is provided by the module on the UAV. The module on the UAV acts as a routing here. Therefore, it is named as Router. In short, the data from the control center was transferred to the endpoint via the router.

Control Station (Master) – UAV (Router) communication takes place by communicating with the control station and the nRF24L01 on the UAV, which helps to send the data and commands we give from the joystick to the UAV. This stage is the starting point of other communication, that is, the UAV acts as a bridge and transmits the parameter information it receives from the control station to the Rover. Conversely, the Rover transmits the collected data to the control station via the UAV. UAV (Router) – Rover (End-Point) Communication between the UAV and the Rover, which is another important and main purpose of the project, in such cases as narrow areas where the UAV cannot reach the planned address, the range of the UAV alone is not enough and the battery is a problem, the desired operation can be carried out thanks to this communication. This communication is also provided with nrf24L01 modules.

RESULTS and DISCUSSION

The UAV and the Rover are produced and tested. In figure 4, the final devices can be seen together.

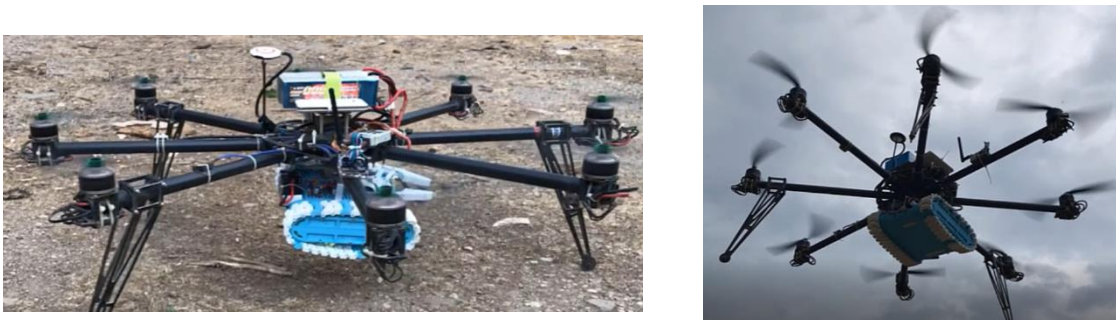


Figure 4. Completed UAV and Rover.

In the light of the designed algorithms, range tests were carried out in different scenarios. Two tests were conducted in areas with high building density (city) and in a completely open area with limited number of buildings or obstructions. These test zones are chosen in Efeler, Aydın, Turkey and can be seen in Fig. 5. The buildings or any wave absorbing structures cause interferences in communication. There were many communication interference in test zone 2. Due to the nature of the environment in test zones, different results were obtained in two cases. The maximum achievable test results can be seen in Figure 6 and 7. As can be seen from the figures 6 and 7, total distance between ground station and Rover through UAV is measured as 2690 m and 425 m in zone 1 (open area) and zone 2 (rural area) respectively. The communication range is quite short in high density building area since there is a lot of interference in there with respect to the open area. The test results obtained in the open area have shown that the design can be used in practice and high ranges can be achieved with such an antenna in terms of budget. Both figures provided the maximum distance and the router connection could not be established when the distances were exceeded. In the measured ranges Rover is controlled by user through UAV and rover can send camera recordings to the ground station successfully.

CONCLUSION

In this study, a Rover and an UAV are designed and implemented. The main aim of this study was to obtain inexpensive design using of-the-shelf, inexpensive transceiver modules and to realize 2-way communication between the user and the rover through UAV while it is operating as a communication relay. In literature there are similar solutions but all of them use Wi-Fi network for communication. As our knowledge, usage of the commercial ISM frequency band for UAV and UGV cooperation is the first example. Hence the Wi-Fi dependency of the design is solved and the open area solution is developed. There is some communication delay in the 2-way communication, but this delay is in acceptable level. These delays should be improved with the usage of better microcontrollers and communication modules. On the other hand it increases the cost of the project.

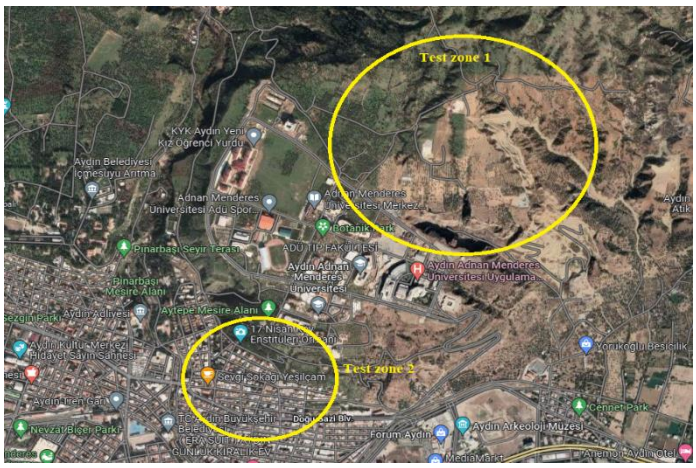


Figure 5. Test zones in Efeler, Aydın, Turkey. Zone 1 represents an open area communication without obstacles, zone 2 represents a rural area communication with obstacles

.

(a) **(b)**



Figure 6. Test results (a) in zone 1 (open area communication), (b) in zone 2 (rural communication)

Flight stabilization has been fully ensured and PID control algorithms have been developed successfully. The Rover, which will serve with the UAV, has been successfully implemented and fulfilled the tasks given in the real environment. The UAV communicated well with the Rover, completely solving the problem that the project provided the solution for. With this established relay communication, many problems are solved indeed. The release mechanism is fully provided. The UAV will leave the Rover exactly where the Rover will work.

ACKNOWLEDGEMENTS

Tis project was supported by Tübitak 2209-B Industry Oriented Undergraduate Thesis Support Program.

REFERENCES

Baskoro F, Rohman M, Nurdıansyah AP 2020. Serial peripheral interface (spi) communication application as output pin expansion in arduino uno. Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering (INAJEEE), 3:34–40.

Benic Z, Piljek P, Kotarski D 2016. Mathematical modelling of unmanned aerial vehicles with four rotors. Interdiscip. Descr. Complex Syst., 14:88–100.

Cantelli L, Mangiamelli M, Melita C, Muscato G 2013. Uav/ugv cooperation for surveying operations in humanitarian demining. In IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics (SSRR).

Chen J, Zhang X,. Xin B, Fang H 2016. Coordination between unmanned aerial and ground vehicles: A taxonomy and optimization perspective. IEEE Transactions on Cybernetics, 46: 959–972.

Duan Z, Li Y, Wang J, Zhao G, Svanberg S 2019. Aquatic environment monitoring using a drone-based fluorosensor. Appl. Phys. B., vol. 125(108): 36–42.

Galar D, Kumar U, Seneviratne D 2020. Robots, Drones, UAVs and UGVs for Operation and Maintenance. CRC Press, 2020.

Gomez V, Gomez N, Rodas J, Paiva E, Saad M, Gregor R 2020. Pareto optimal pid tuning for px4-based unmanned aerial vehicles by using a multi-objective particle swarm optimization algorithm. Aerospace, 7(6):604–607.

Grusin M 2021. Serial peripheral interface (spi). Available at: https://learn.sparkfun.com/tutorials/serial-peripheral-interface-spi/all [28.08.21]

Hakukawa T, Uchiyama K, Masuda K 2018. Cooperative system with uav and ugv for disaster area exploration. In 7th International Conference on Systems and Control (ICSC).

Harik E, Guerin F, Guinand F, Brethe J, Pelvillain H 2015. Uavugv cooperation for objects transportation in an industrial area. In Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT).

Keskin H 2021. What is spi and how it works? Available at: https://herenkeskin.com/spi-nedir-ve-nasil-calisir/ [27.08.21]

Kontogiannis S, Ekaterinaris J 2013. Design, performance evaluation and optimization of a uav. Aerosp. Sci. Technol., 29(1):339–350.

Lakas A, Belkhouche B, Benkraouda O, Shuaib A, Alasmawi H 2018. A framework for a cooperative uav-ugv system for path discovery and planning. In Proceedings of the International Conference on Innovations in Information Technology (IIT).

Lee JK, Jung H, Hu H, Kim DH 2014. Collaborative control of uav/ugv. In The 11th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI 2014).

Myers D 2010. Calculating flight time for unmanned aerial vehicles in the presence of obstacles and the incorporation of flight dynamics. in MsC diss., State University of New York. ProQuest (A AT 1482242).

Miki T, Khrapchenkov P, Hori K 2019. Uav/ugv autonomous cooperation: Uav assists ugv to climb a cliff by attaching a tether. In International Conference on Robotics and Automation (ICRA).

NRF 2021. How nrf24l01 wireless module works & interface with arduino. Available at: ”https://lastminuteengineers.com/nrf24l01-arduino-wireless-communication/ [22.08.21]

Quaglia G, Cavallone P, Visconte C 2019. Agri q: Agriculture ugv for monitoring and drone landing. In Proceedings of the 4th IFToMM Symposium on Mechanism Design for Robotics.

Reinecke M, Prinsloo T 2017. The influence of drone monitoring on crop health and harvest size. In Proceedings of 1st International Conference on Next Generation Computing Applications.

Saska M, Krajnik T, Pfeucil L 2012. Cooperative μuav-ugv autonomous indoor surveillance. In Proceedings of the International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices.

Shannon H, Benson K, Hamod P, Madison D, O’Kane JM, Rekleitis I 2017. Bird’s eye view: Cooperative exploration by ugv and uav. In International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS).

SPI 2021. Spi protokolu, gelecegi yazanlar (Turkish). Available at: https://gelecegiyazanlar.turkcell.com.tr/konu/egitim/arduino-401/spi-protokolu [25.08.21]

Sunnysky 2021. Sunnysky x4108 brushless motor (datasheet). Available at: https://tr.aliexpress.com/item/32224922674.html [02.12.21]

Wei Y, Qui H, Liu Y, Du J, Pun M 2017. Unmanned aerial vehicle (uav)-assisted unmanned ground vehicle (ugv) systems design, implementation and optimization. In 3rd IEEE International Conference on Computer and Communications.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Boswellia serrata sakız reçinesi ekstraktlarının insan patojenlerine karşı antibakteriyel aktivitesinin değerlendirilmesi

Mehzat ALTUN[1*] *(https://orcid.org/0000-0001-7363-5056)*,
İlke KARAKAŞ[2] *(https://orcid.org/0000-0001-6596-0879)*

[1*]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Çanakkale, Türkiye
[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Çanakkale, Türkiye

*mehzataltun@comu.edu.tr

Özet
Sentetik antibiyotiklerin yoğun kullanımı kimyasal yan etkilere ve bakteri direncine yol açabilir. Biyoaktif bileşenler içeren tıbbi bitkiler, yaygın olarak bulunmaları, daha az komplikasyonları ve bakteriyel enfeksiyonların tedavisi için düşük maliyetleri nedeniyle önem kazanmıştır. Bu çalışma, *Boswellia serrata* (*B.serrata*) sakız-reçine hidroalkolik ekstraktının bakteri suşları üzerindeki antibakteriyel aktivitesini belirlemeyi amaçlamaktadır.
Hidroalkolik ekstrakt, 72 saat bekletilerek maserasyon tekniği ile elde edilmiştir. *Boswellia serrata* reçine ekstraktının dört farklı konsantrasyonda (100, 50, 25, 12.5 mg/ml) *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Streptococcus agalactiae* ATCC 12386, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 10145, *Streptococcus epidermidis* ATCC 12228, *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615 ve *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bakteri suşlarına. karşı antimikrobiyal aktivitesi disk difüzyon ve mikrodilüsyon deneyi kullanılarak saptandı. Pozitif kontrol olarak gentamisin, ampisilin ve vankomisin kullanıldı. Dimetil Sülfoksit (DMSO) negatif kontrol olarak kullanıldı. Ekstraktın yüzde verimi %63.84 olarak bulunmuştur. Standart antibiyotikler ile karşılaştırıldığında, sakız reçinesi ekstraktı 100 mg/ml konsantrasyonda *B.subtilis* (16±0.816 mm), *S.aureus* (13±0.816 mm), *E.faecalis* (13.25±0.50 mm) ve *P.vulgaris* (13 mm) suşlarına karşı yüksek bir inhibisyon bölgesi gösterirken; ekstrakt, *S.agalactiae* (9±0.816 mm), *P.aeruginosa* (8.75±0.50 mm), *S.pyogenes* (9.25±0.50 mm), *S.epidermidis* (10.75±0.957 mm) ve *E.coli* (11.66±2.39 mm) suşlarına karşı kayda değer bir antibakteriyel aktivite göstermedi. Minimum inhibisyon konsantrasyon (MİK) sonuçları 12.5 mg/ml ile 100 mg/ml arasında değişiklik göstermiş olup en yüksek MİK değeri *B.subtilis* suşundan elde edilmiştir.
B.serrata sakız reçinesinden elde edilen ekstrakt, iyileştirici bir ajan olarak bakteriyel hastalıkların tedavisi için kullanılabilir. Klinik kullanım için bitki ekstraktlarının kimyasal karakterizasyonu ve sitotoksisitesinin belirlenmesine yönelik araştırmalar yapılmalıdır.
Anahtar Kelimeler: *Boswellia serrata*, antibakteriyel aktivite, sakız reçinesi, disk difüzyon deneyi

Evaluation of antibacterial activity of gum-resin extracts of *Boswellia serrata* against human pathogens

Abstract
Extensive use of synthetic antibiotics can lead to chemical side effects and bacterial resistance. Medicinal plants containing bioactive components have gained importance due to their wide availability, fewer complications, and low cost for treating bacterial infections. This study aims to determine the antibacterial activity of gum-resin hydroalcoholic extract of *Boswellia serrata* (*B.serrata*) on bacterial strains.
The hydroalcoholic extract was obtained by maceration technique waiting for 72 h. The antimicrobial activity of *B.serrata* resin extract at four different concentrations (100, 50, 25, 12.5 mg/ml) against *Escherichia coli* ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Streptococcus agalactiae* ATCC 12386, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 10145, *Streptococcus epidermidis* ATCC 12228, *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615, and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bacterial strains was detected using disc diffusion and microdilution assay. Gentamicin, ampicillin and vancomycin were used as positive controls. Dimethyl Sulfoxide (DMSO) was used as a negative control. The percentage yield of extract was found to be 63.84 %. Compared with standard antibiotics, while the extract of gum resin showed a high zone of inhibition against *B.subtilis* (16±0.816 mm), *S.aureus* (13±0.816 mm), *E.faecalis* (13.25±0.50 mm), and

P.vulgaris (13 mm) strains; the extract exhibited no appreciable antibacterial activity against *S.agalactiae* (9±0.816), *P.aeruginosa* (8.75±0.50 mm), *S.pyogenes* (9.25±0.50 mm), *S.epidermidis* (10.75±0.957 mm), and *E.coli* (11.66±2.39 mm) at a concentration of 100 mg/ml. Minimum inhibitory concentration (MIC) results varied between 12.5 mg/ml and 100 mg/ml, and the highest MIC value was obtained from the *B.subtilis* strain.
The extract obtained from the gum resin of *B.serrata* may be used for the treatment of bacterial diseases as a remedial agent. The investigations should be done on the determination of chemical characterization and cytotoxicity of plant extracts for clinical use.
Keywords: *Boswellia serrata*, antibacterial activity, gum resin, disc diffusion assay

1. Introduction

Nowadays, bacterial infections fail to treat with conventional antibiotics due to antimicrobial resistance, and a shortage of new and effective antibiotics. (Mühlen and Dersch, 2016). In bacterial infections, the prevalence of resistant bacteria which threats human health and causes morbidity and mortality are increasing. The development of new plant-derived antibacterial agents are urgently needed (Gupta and Birdi, 2017).

In traditional medicine, pharmaceutically important metabolites obtained from plants are widely used to produce drugs (Buyel, 2018). The gum resin of the *Boswellia* species is a significant material due to active phytocomponents like boswellic acids. Their medicinal properties are widely recognized and have been used in traditional medicine (Ammon, 2011; Siddiqui, 2011). *B.serrata* known as frankincense belongs to *Burseraceae* and is used in the treatment of diseases such as ulcers, colitis, dermatitis, asthma, arthritis, and pulmonary diseases (Al-Yasiry and Kiczorowska, 2016). Its extracts have exhibited antibacterial activity (Weckesser et al., 2007). This study aims to determine the antibacterial activity of gum-resin extract of *B.serrata.*

2. Materials and methods

2.1. Preparation of plant extract

The gum-resins of *B.serrata* were purchased from the local market in Turkey and used in this study. They were washed, dried, and finally powdered. Hydroalcoholic extracts of the gum resins were obtained using the maceration method. Briefly, 10 gr gum resins dissolved in 20 ml solvent (ethanol/water, 1:1 ratio) in 100 ml sterile Erlenmeyer flask and covered with aluminum foil for 72 h at room temperature. The solution was filtered using Whatman-No 1 filter paper. The filtrat was evaporated in an incubator at 55 °C for 3 days to dry. Then, the dried extract was weighed, stored at 4 °C in a dark until antibacterial assays. The crude extract was dissolved in 2 cc of 2 % DMSO (Thermo Scientific). Various concentrations (100, 50, 25, and 12.5 mg/ml) of extract were prepared, sterilized syringe filter (0.45 µm), and used for assays.

2.2. Microorganisms and cultures

Escherichia coli ATCC 25922, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Streptococcus agalactiae* ATCC 12386, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 10145, *Streptococcus epidermidis* ATCC 12228, *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615, and *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 bacterial strains were used as test microorganisms, obtained from American Type Culture Collection (ATCC). All strains were stored at -20 °C in brain heart infusion broth (BHI) (Biokar, France) with 20 % glycerol (Sigma Aldrich). The turbidity of the bacterial suspensions were equalized to 0.5 Mc Farland standard.

2.3. Antibacterial activity of gum-resins of *B.serrata*

2.3.1. Agar disc diffusion method

The method was used to determine the antibacterial activity of resins against 9 human pathogens according to the Clinical & Laboratory Standards Institute (CLSI). 100 µl of each bacterial suspension was spread on brain heart agar (BHA) (Biokar, France) plates. 25 µl of various concentrations (100, 50, 25, 12.5 mg/ml) of the extract-DMSO mixture were pipetted onto steril blank paper discs (Oxoid, Bioanalyse) under aseptic conditions. After incubation at 37 °C for 24 h, the inhibition zone diameters were measured in mm and recorded. Gentamicin (10 µg/disc, Bioanalyse), ampicillin (10 µg/disc, Bioanalyse) and vancomycin (30 µg/disc, Bioanalyse) were used as positive controls. DMSO was used as a negative control. Experiments were repeated four times.

2.3.2. Determination of MIC

The microdilution broth method was used to determine MIC using sterile 96 well plates. Firstly, 100 µl of BHI was added to each well. Two-fold serial dilutions (200, 100, 50, 25, 12.5 mg/ml) of gum-resin extract containing 2% DMSO were prepared in BHI. Then, 20 µl of inoculum was added to each well except for sterility control. Growth control was put into 12th wells. After incubation at 37 °C for 24h, MIC was determined as the lowest concentration of extract at which no visible growth of bacteria compared with growth control (Kharadi et al., 2022).

Statistical analysis

The inhibition zone diameter (IZD) results of extract were compared with antibiotics using one-way ANOVA and post-hoc-Tukey tests (SPSS 19 version). The p-value <0.05 was considered statistically significant.

3. Results

The percentage yield of hydroalcoholic extract of gum-resin of *B.serrata* was 63.84 %. The antibacterial activity results of the extract on 9 bacterial strains are displayed in Table 1. The extract at the concentration of 100 mg/ml showed a good antibacterial effect on *B.subtilis, S.aureus, and P.vulgaris* with the IZDs were 16.00±0.816 mm, 13.00±0.816 mm, and 13.00 mm, respectively. No appreciable antibacterial activity was detected in *S.agalactiae* (9.00±0.816 mm), *P.aeruginosa* (8.75±0.50 mm), *S.pyogenes* (9.25±0.50 mm), *S.epidermidis* (10.75±0.957 mm), and *E.coli* (11.66±2.39 mm). The MIC values of extract were between 12.5-100 (mg/ml).

Table 1. IZD and MIC values of gum-resin extract of *B.serrata* on 9 standard strains

Bacterial strains	**IZD (mm)**				**MIC (mg/ml)**
	Extract (100 mg/ml)	**Gen**	**Amp**	**Van**	
E.coli ATCC 25922	11.66±2.39	16.83 ±4.60 p<0.05	14.08±5.08 p:0.069	9.72±3.99 p:0.197	50
E.faecalis ATCC 29212	13.25±0.50	14.75±0.50 p<0.05	12.00 p<0.05	11.75±0.50 p<0.05	25
P.vulgaris ATCC 13315	13.00	11.75±0.50 p<0.05	9.75±0.50 p<0.05	-	25
B.subtilis ATCC 6633	16.00±0.816	15.25±0.50 p: 0.350	9.5±0.57 p<0.05	7.75±0.50 p<0.05	12.5
S.agalactiae ATCC 12386	9.00±0.816	21.50±1.29 p<0.05	15.50±0.57 p<0.05	14.25±0.50 p<0.05	100
P.aeruginosa ATCC 10145	8.75±0.50	13.75±0.50 p<0.05	10.25±0.50 p<0.05	-	100
S.epidermidis ATCC 12228	10.75±0.957	26.00±0.816 p<0.05	19.25±0.957 p<0.05	14.00 p<0.05	50
S.pyogenes ATCC 19615	9.25±0.50	19.75±0.50 p<0.05	24.75±0.957 p<0.05	15.75±0.50 p<0.05	100
S.aureus ATCC 25923	13.00±0.816	-	-	-	25

IZD in mm (Mean±SD: Standard Deviation), p<0.005: Statistically significant value, Gen: Gentamicin, Amp: Ampicillin, Van: Vancomycin, -: ≤6 (disc zone diameter 6mm)

4. Discussion

The antibacterial resistance developed by bacteria through various mechanisms adversely affects the health system and the global economy (Morrison and Zembower, 2020). The gum obtained from the stem of *B.serrata*, is extracted by various solvents such as methanol, DMSO, water, acetone, and ethanol and has been used in traditional medicine as anticancer, antibacterial, and anti-inflammatory agents (Patel and Patel, 2015). In this study, the hydroalcoholic gum-resin extract of *B.serrata* exhibited antibacterial effects similar to *B.carterii* (Kačániová et al., 2020; Sulaiman and Salih, 2020) against Gram-positive and Gram-negative human pathogens.

Previous studies have reported that the water gum extract of *B.serrata* showed excellent antibacterial activity on *P.vulgaris*, *E.coli*, and *P.aeruginosa* (Buchele et al., 2003; Rja et al., 2011; Patel and Patel, 2015; Rajendra et al., 2013; Camarda et al., 2007). Weckessera et al. (2007) reported that the ethanolic extract of resin showed a good antibacterial effect on *P.acnes*, *C.perfringes*, *Streptococcus*, and *Corynebacteria*. Gupta et al. (2022) reported that the IZD and MIC values of oleo-gum-resins of *B.serrata* were between 0-15 mm and 2.4–2500 µg/mL against Gram (+), Gram (-), and resistant strains, respectively. The differences between the results are related to the type of solvent, extraction method, and harvest season (Ghazanfar, 2007).

Conclusion

This study indicates that gum-resin extract of *B.serrata* obtained without any synthetic process significantly eliminated pathogens and proved to have a bacteriostatic effect. Extracts may be a suitable alternative for the antibacterial agent. Studies are required to identify the components and cytotoxicity of the extract.

References

Al-Yasiry AR, Kiczorowska B 2016. Frankincense--therapeutic properties. Postepy Higieny i Medycyny Doswiadczalnej, 70: 380-91.

Ammon HP 2011. Modulation of the immune system by *Boswellia serrata* extracts and boswellic acids. Phytomedicine, 18 (4): 334.

Buchele B, Zugmaier W, Simmet T 2003. Analysis of pentacyclictriterpenic acids from frankincense gum resins and relatedphytopharmaceuticals by high performance liquid chromatography. Identification of lupeolic acid, a novel pentacyclictriterpene. Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences, 791: 21-30.

Buyel JF 2018. Plants as sources of natural and recombinant anti-cancer agents. Biotechnology Advances, 18: 9734-9750.

Camarda L, Dayton T, Di Stefano V, Pitonzo R, Schillaci D 2007. Chemical composition and antimicrobial activity of some oleogum resin essential oils from *Boswellia* spp. (*Burseraceae*). Annales des Chimie, 97: 837-844.

Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), "Performance standards for antimicrobial disc susceptibility tests; approved standard- 11th ed, Pennsylvania 19087, USA, 2012.

Ghazanfar SA 2007. Plant of Oman. Indigenous Flora, 14-18

Gupta PD, Birdi TJ 2017. Development of botanicals to combat antibiotic resistance. Journal of Ayurveda and Integrative Medicine, 8 (4): 266-275.

Gupta M, Singh S, Kurmi A, Luqman S, Saikia D, Thomas M, et al. 2022. Correlation of boswellic acids with antiproliferative, antioxidant and antimicrobial activities of topographically collected *Boswellia serrata* oleo-gum-resin. Phytomedicine Plus, 2 (3): 100289.

Kharadi T, Salim M and Kumhar IP, 2022. Antimicrobial activity of frankincense of Boswellia serrata Roxb. Journal of Advances in Microbiology Research, 3 (1): 33-36.

Kačániová M, Terentjeva M, Štefániková J, et al 2020. Chemical composition and antimicrobial activity of selected essential oils against *Staphylococcus* spp. isolated from human semen. Antibiotics, 9 (11): 765.

Morrison L, Zembower TR, 2020. Antimicrobial Resistance. Gastrointestinal endoscopy clinics of North America. 30 (4): 619-635.

Mühlen S, Dersch P 2016. Anti-virulence Strategies to Target Bacterial Infections. Current Topics in Microbiology and Immunology, 398: 147-183.

Patel NB, Patel KC 2015. Antibacterial Activity of *Boswellia serrata* Roxb. ex Colebr. Ethnomedicinal Plant against Gram-Positive UTI Pathogens. Amma's Youth for Unity, Diversity and Humanity, 2321-2160.

Raja AF, Ali F, Khan IA, Shawl AS, Arora DS, Shah BA, Taneja SC 2011. Antistaphylococcal and biofilm inhibitory activities of acetyl-11- keto-b-boswellic acid from *Boswellia serrata*. BMC Microbiology, 11:54.

Rajendra CE, Harish Kumar DH, Yeshoda SV, Mahaboob AN, Hanuman T 2013. Comparative evaluation of antimicrobial activities of methanolic extract of *Curcuma longa* and *Boswellia serrata*. International journal of research in pharmacy and chemistry, 3: 534-536.

Siddiqui MZ 2011. *Boswellia serrata*, a potential antiinflammatory agent: an overview. Indian Journal of Pharmaceutical Sciences, 73 (3): 255-61.

Sulaiman AI, Salih MM 2020. The antibacterial effect of frankincense and apple vinegar against *Klebsiella* spp. isolated from UTI patients. Eurasian Journal of Biosciences,14 (2): 6421-6427.

Weckesser S, Engel K, Simon-Haarhaus B, Wittmer A, Pelz K, Schempp CM 2007. Screening of plant extracts for antimicrobial activity against bacteria and yeasts with dermatological relevance. Phytomedicine, 14(7-8): 508-16.

Weckesser S, Engel K, Simon-Haarhaus B, Wittmer A, Pelz K, Schempp CM 2007. Screening of plant extracts for antimicrobial activity against bacteria and yeasts with dermatological relevance. Phytomedicine, 14: 508-516.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

An experimental study on reinforced concrete deep beams without shear reinforcement and a comparison study using different formulas

Hasan Cem Akkaya[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6526-6868*), Cem Aydemir[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4531-5084*), Güray Arslan[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5004-8617*)

[1]Yildiz Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Civil Engineering, Istanbul, Türkiye.
[2] Istanbul Aydin University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Istanbul, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: h.cemakkaya@gmail.com

Abstract
Shear is an undesirable type of failure. Reinforced concrete (RC) deep beams without shear reinforcement are generally vulnerable against shear failure. The shear behavior of these beams should be well understood for the safety of the structure. Therefore, an experimental study was carried out on RC deep beams without shear reinforcement in this study. The shear span-to-effective depth ratio (a/d), which governs the shear behavior of the beam, was chosen as the experimental parameter. Three RC deep beams were fabricated and tested. Experimental results showed that as a/d increases, the maximum shear strength, the first shear cracking strength and main shear crack angle decrease. In addition, the increase of midspan deflection was modest as a/d increased. The type of failure was shear to all tested beams. A comparison study was also carried out in this study. The predictive shear strength was calculated using the formulas of both international codes and the most cited articles, based on the Strut and Tie method. The calculated predictive shear strength was compared with the experimental results. As a result of this study, the formula that gave the best result statistically was determined.
Keywords: deep beams, shear behavior, the shear span-to-effective depth ratio, strut and tie method.

INTRODUCTION

Reinforced concrete (RC) deep beams are notable structure elements. The use of that beams is increasing in high-rise buildings or special projects such as bridges day by day (Yang et al., 2003, Chetchotisak et al., 2014, Harsha et al., 2021). The definition of RC deep beams is expressed by the ratio between the beam span and the beam depth. For example, In ACI318-14 (2014), the RC deep beams are defined either the ratio is at most 4 that are found by dividing distance from support face to the other support face (clear span) to the beam height, or the ratio is at most 2 that are found by dividing the distance from the support center to the center of the loading zone (shear span) to the effective depth. In addition, The Bernoulli-Navier's hypothesis accepted in the design of RC slender beams is not valid for these beams due to the non-uniform strain distribution in RC deep beams. In other words, shear deformations are not neglected in RC deep beams, and so that beams, especially without shear reinforcement, become sensitive to shear failure. Since shear failure creates a dangerous situation, the shear behavior of that beams should be well investigated. Shear behavior of deep beams is affected by many parameters such as shear span (a) / effective depth (d), size effect, concrete compressive, shear reinforcement ratio (vertical or horizontal reinforcement) and longitudinal reinforcement ratio. Moreover, the section analysis method did not give realistic results when calculating the shear strength of deep beams. Instead, the strut and tie method (STM) is recommended, which simplifies the complex shear behavior of deep beams and takes into account the strain distributions (Shuraim and El-Sayed, 2016, Shahnewaz et al., 2020, Akkaya et al., 2022, Ley et al., 2007, Shahram and Rozelin, 2019). In the past, many experimental and analytical studies have been carried out to understand the complex shear behavior depended on different experimental parameters of RC deep beams and to design of these beams accurately (de Paiva and Siess, 1965, Manuel et al., 1971, Subedi et al., 1986, Tan and Lu, 1999, Quintero-Febres et al., 2006). Smith and Vantsiotis (1982) was carried out experimental study and concluded that the most important parameters affecting the shear behavior of deep beams were a/d and concrete compressive strength. In addition, the a/d have an effect on shear strength of RC deep with / without shear reinforcement (Ashour, 2000). Oh and Shin (2001) produced 53 deep beams and found that horizontal shear reinforcement was no effective in beams with low a/d ratio and failure mode of RC deep beams was governed by a/d. Although there were many studies on the shear behavior of RC deep beams, the complex shear behavior of RC deep beams has not been fully

resolved, and studies on this subject have continued (Li and Leung, 2016, Zhang et al., 2020, Sahu and Dewangan, 2021, Proestos et al., 2021, Kondalraj and Rao, 2021, Abadel and Albidah, 2021, Dixit et al., 2022). Li et al. (2021) conducted both an experimental and analytical study based on the strut and tie method on RC deep beams without shear reinforcement. Jabir et al. (2020) showed that the a/d effected on the mechanical properties of deep beams expansively. As can be understood from above the studies, the most important parameter affecting the shear behavior of deep beams is the a/d. Therefore, the experimental parameter of this study is the a/d. In this study, three RC deep beams without shear reinforcement with different a/d were produced and tested. In addition, the predictive shear strength of these beams were calculated using different formulas based on the strut and tie method. Finally, the predictive shear strength of these beams were compared with experimental results and results were evaluated statistically.

EXPERİMENTAL SSPECİMENS

The experimental part of this study includes the production and testing of three RC deep beams. The a/d of these beams changes as a/d of 1, 1.5 and 2, respectively. The length, height, width and effective depth of all beams are 1500 mm, 300 mm, 140 mm and 260 mm, respectively. The shear span of these beams varies as 260 mm, 390 mm and 520 mm according to the a/d. The properties of the beams are shown in Table 1, where ρ_s, ρ_s', ρ_v and ρ_h represent longitudinal tensile reinforcement ratio, longitudinal compressive reinforcement ratio, vertical shear reinforcement ratio and horizontal shear reinforcement ratio, respectively, L_{base} and L_{load} are the widths of plates used at the support and loading point, respectively. Shear reinforcement did not used in the beams. Two longitudinal tension reinforcements with a diameter of 20 mm and a longitudinal compression reinforcement with a diameter of 12 mm were used. The mechanical properties of the reinforcements used were found as a result of tensile tests. The yield strength (f_y) and tensile strength (f_u) of the longitudinal tensile reinforcement are 548 MPa and 647 MPa, while the values of the longitudinal compression reinforcement are 601 MPa and 695 MPa. The modulus of elasticity of the all reinforcements used was 200 GPa. To ensure proper anchorage, both ends of the longitudinal tensile reinforcements were bent up 90º. The geometrical dimensions of the beams are shown in Figure 1. The cover concrete thickness is 40 mm in both the tensile region and the compression region. The concrete was supplied by a local manufacturer. The maximum aggregate diameter was 12 mm. During the casting, six cube samples having dimensions of 150 mm x 150 mm x 150 mm were taken and kept in the same conditions as the beams for 28 days. These cube samples were tested when continue the experiment. As a results of concrete compressive test, the average cube compressive strength of concrete was found to be 35 MPa.

Table 1. The properties of the beams

Beam No	**ρ_s (%)**	**ρ_s' (%)**	**ρ_v**	**ρ_h**	**a/d**	**L_{base}**	**L_{load}**
UDB1-00*-R	1.73	0.62	-	-	1	20	70
UDB1.5-00*-R	1.73	0.62	-	-	1.5	20	70
UDB2-00*-R	1.73	0.62	-	-	2	20	70

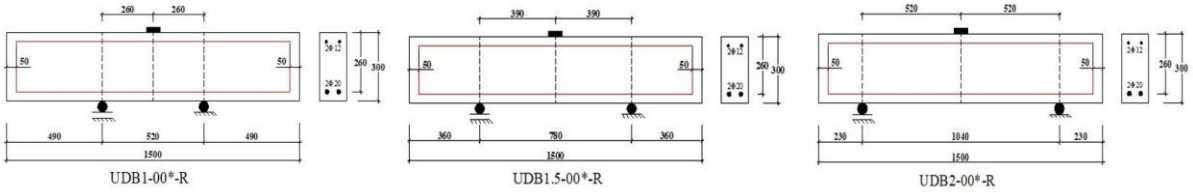


Figure 1. The geometrical dimension of the beams

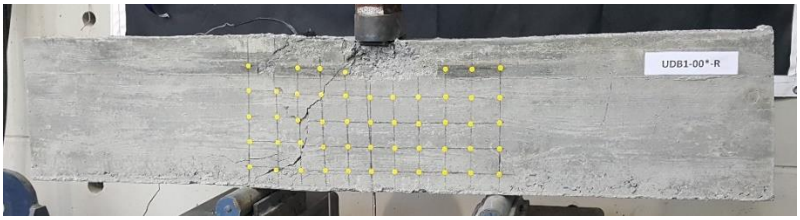
Three-point bending test was subjected to the beams. With the help of Linear Variable Displacement Transducers (LVDT) and data logger, the load-midspan deflection curves were obtained. In addition, the value of the first shear crack load and the crack patterns of the beam were noted during the experiment.

EXPERİMENTAL RESULTS

Experimental results of the specimens in terms of first shear cracking strength (P_{cr}), reserve strength (P_u-P_{cr}), main shear crack angle (θ^o), maximum shear strength (P_u) and maximum displacement (δ_u) at maximum shear strength and failure mode of beams are shown in Table 2. It can be seen in Table 2, the maximum shear strength decreased as a/d increased. This result is consistent with the literature (Akkaya et al., 2022, Manuel et al., 1971, Tan and Lu, 1999, Smith and Vantsiotis, 1982, Jabir et al., 2020, Li and Leung, 2016). The reason for this result is the arching effect, which governs the shear behavior of deep beams. Most of the shear strength is transmitted directly to the supports by the concrete strut in beams having low a/d. As the a/d ratio increases, the arching effect decreases and the principal tensile stresses in the beam increase. Therefore, as a/d increases, the maximum shear strength of the beam decreases. Figure 2 shows the case of the beams after testing.

Table 2. Experimental Results

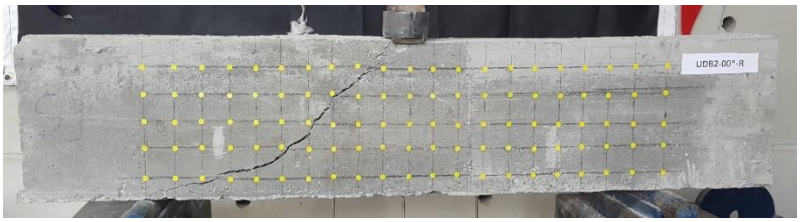
Beam No	**P_{cr} (kN)**	**P_u-P_{cr} (kN)**	**θ^o**	**P_u (kN)**	**δ_u (mm)**	**Failure Mode**
UDB1-00*-R	147.84	53.65	53	201.49	2.64	Shear-Diagonal Cracking
UDB1.5-00*-R	123.36	60.14	35	183.50	4.06	Shear-Diagonal Cracking
UDB2-00*-R	112.92	33.15	26	146.07	4.34	Shear-Diagonal Cracking



(a)



(b)



(c)

Figure 2. Tested Beams; (a) UDB1-00*-R, (a) UDB1.5-00*-R, (a) UDB2-00*-R

It can be seen in Figure 2, the failure mode of the all tested beams was shear and the crack pattern of all tested beams was similar. Shear failure occurred to cause by the formation of main shear crack in all beams. The flexural cracks and fine shear cracks was not observed. However, it was observed that the concrete was crushed in the loading zone in the UDB1-00-R and the concrete began to be crushed in the loading zone in the UDB1.5-00-R. Another conclusion can be drawn from Table 2 is that the first shear cracking strength decreased as a/d increased. In addition, the lowest value of the reserve strength found by subtracting the first shear crack force from the maximum shear strength is seen in beam UDB2-00-R. These results are in line with the results of the Yang et al. (2003) and Zhang et al. (2020) studies. The reason for these results can be explained by arching effect as in the maximum shear strength. Moreover, the main shear crack angle decreased as the a/d increased. The lowest main

shear crack angle was measured as 26◦ in the UDB2-00-R beam. This value complies with the limit shear crack angle (25◦) given for the design of deep beams according to ACI318-14 (2014).

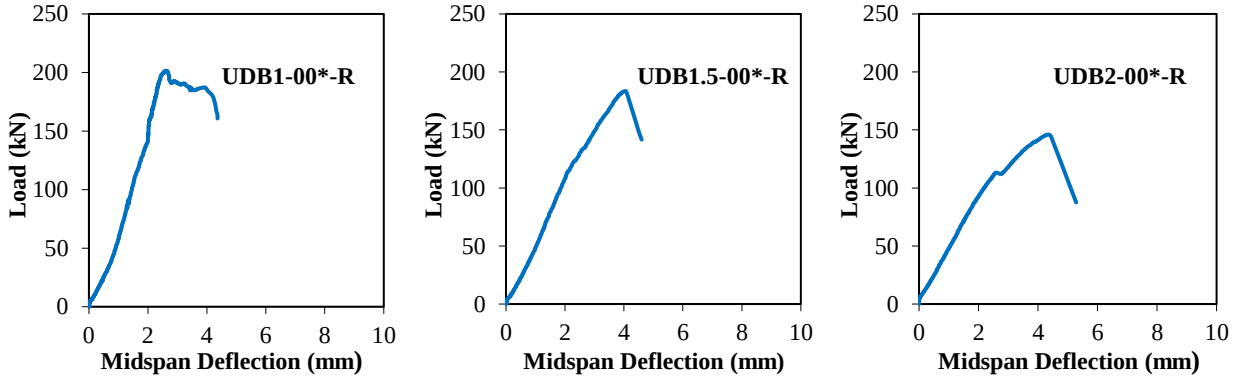


Figure 3. Load- Midspan Deflection Curves of Tested Beams

The load-deflection curves obtained from the tested beams are given in Figure 3. Since the tested beams are sensitive in terms of shear strength, the beams exhibited brittle behavior as seen in Figure 3. As soon as tested beams reached its maximum load, drastic drops in load occurred. Also, the load- midspan deflection curves occur an approximate bilinear form until end of test. The midspan deflection increased as a/d increased, but the increase of midspan deflection was limited as can seen in Table 2.

COMPARISON STUDY

The predictive shear strengths that calculated using different formulas based on Strut and Tie method according to both the international codes and the most cited papers were compared with the experimental results given in this study and the experimental results given the similar beams with shear reinforcement the other study (Akkaya et al., 2022). The international codes and most cited papers used for the predictive shear strength calculation are ACI318-14 (2014), Eurocode2 (2004), AASHTO (2004), Russo et al. (2005), Tang and Tan (2004) and Matamoras and Wong (2003).

The results of the comparison study and statistical values are given in Table 3. It can be seen in Table 3, while the value of the coefficient of variation (CoV) ranges from 0.28 to 0.38 when compared experimental result to the predicted result using international codes, this value ranges from 0.09 to 0.20 using most cited paper. This case shows that the calculations made according to the most cited paper are better than international codes for design of RC deep beam. The formula with the lowest coefficient of variation (0.09) belongs to Russo et al. (2005). It can be inferred that the formula proposed by the Russo et al. (2005) is superior to the others statistically in this study.

Table 3. Comparison Results

Beam No		**V_{exp}**	**V_{exp}/V_p, ACI318-14 (2014)**	**V_{exp}/V_p, Eurocode2 (2004)**	**V_{exp}/V_p, AASHTO (2004)**	**V_{exp}/V_p, Russo et al. (2005)**	**V_{exp}/V_p, Tang and Tan (2004)**	**V_{exp}/V_p, Matamoras and Wong (2003)**
UDB1-00*-R	In this study	2.77	1.89	1.70	1.71	0.58	0.76	0.86
UDB1.5-00*-R		2.52	1.72	1.55	1.64	0.70	0.85	0.84
UDB2-00*-R		2.01	1.37	1.23	2.01	0.70	0.80	0.69
UDB1-46-R	Akkaya et al., 2022	4.42	3.02	2.72	2.73	0.69	1.12	1.00
UDB1-46-RT		4.71	1.07	1.00	0.96	0.73	0.81	0.67
UDB1.5-46-R		3.19	2.18	1.96	2.07	0.58	0.96	0.67
UDB1.5-46-RT		4.10	1.21	1.20	1.77	0.75	0.91	0.63
UDB2-46-R		3.52	1.29	1.27	2.49	0.69	0.95	0.54
Mean			1.72	1.58	1.92	0.68	0.89	0.74
Standart Deviation			0.64	0.56	0.55	0.06	0.11	0.15
CoV			0.38	0.35	0.28	0.09	0.13	0.20

CONCLUSION

The major conclusions of this study are summarized as follows:

1) As a/d increased, the maximum shear strength, first shear cracking strength and main shear crack angle of the tested beams decreased.

2) The failure mode of the all tested beams was shear that was caused by main shear crack and the crack pattern of all tested beams was similar.

3) Although the deflection increased as a/d increased, this increase was modest.

4) As a result of the comparison study, the calculations using the most cited papers (Russo et al., 2005, Tang and Tan, 2004 and Matamoras and Wong, 2003) predicted shear strength are better than the calculations using the international codes (ACI318-14, 2014, Eurocode 2, 2004, AASHTO, 2004) statistically. The formula, which is superior to the others in the calculations, was proposed by Russo et al. (2005) in this study.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Research Fund of the Yildiz Technical University, Turkey Project Number: FDK-2021–4804.

REFERENCES

AASHTO LRFD Bridge Design Specifications, Third Edition 2004. Highway Subcommittee on Bridges and Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, DC.

Abadel AA, Albidah AS 2021. Investigation of shear reinforcement schemes for RC deep beams. Arabian Journal for Science and Engineering, 46(5), 4747-4763.

ACI Committee 318 2014. Building code requirements for structural concrete (ACI 318-14) and Commentary (318R-14). Farmington Hills: American Concrete Institute.

Akkaya HC, Aydemir C, Arslan G 2022. An experimental research on reinforced concrete deep beams fully wrapped with fiber reinforced polymers against shear. Case Studies in Construction Materials, e01198.

Akkaya HC, Aydemir C, Arslan G 2022. Investigation on Shear Behavior of Reinforced Concrete Deep Beams without Shear Reinforcement Strengthened with Fiber Reinforced Polymers. Case Studies in Construction Materials, e01392.

Ashour AF 2000. Shear capacity of reinforced concrete deep beams. Journal of Structural Engineering, 126(9), 1045-1052.

Chetchotisak P, Teerawong J, Yindeesuk S, Song J 2014. New strut-and-tie-models for shear strength prediction and design of RC deep beams. Computers and Concrete, 14(1), 19-40.

de Paiva HR, Siess CP 1965. Strength and behavior of deep beams in shear. Journal of the Structural Division, 91(5), 19-41.

Dixit N, Zubair M, Vishrut H. 2022. Effect of Web Reinforcement on Shear Strength of Deep Beams and Crack Propagation. Journal of Engineering Analysis and Design, 4(2).

EN 1992-1-1, Eurocode 2 2004. Design of concrete structures. General rules and rules for buildings.

Harsha GS, Poluraju P, Khed V C 2021. Computation of shear strength equation for shear deformation of reinforced concrete deep beams using finite element method. AIMS Materials Science, 8(1), 42-61.

Jabir HA, Mhalhal JM, Al-Gasham TS, Abid SR 2020. Mechanical characteristics of deep beams considering variable a/d ratios: an experimental investigation. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 988, No. 1, p. 012030.

Kondalraj R, Rao GA 2021. Experimental investigation of RC deep beams with web reinforcement and improvement of ACI 318–19 strut coefficient. In Structures, Vol. 32, pp. 914-928.

Ley MT, Riding KA, Bae S, Breen JE 2007. Experimental verification of strut-and-tie model design method. ACI Structural Journal, 104(6), 749-755.

Li Y, Chen H, Yi WJ, Peng F, Li Z, Zhou Y 2021. Effect of member depth and concrete strength on shear strength of RC deep beams without transverse reinforcement. Engineering Structures, 241, 112427.

Li W, Leung CK 2016. Shear span–depth ratio effect on behavior of RC beam shear strengthened with full-wrapping FRP strip. Journal of Composites for Construction, 20(3), 04015067.

Manuel RF, Slight BW, Suter GT 1971. Deep beam behavior affected by length and shear span vibrations. ACI Structural Journal ;68(12):954–8.

Matamoros AB, Wong KH 2003. Design of simply supported deep beams using strut-and-tie models. American Concrete Institute.

Oh JK, Shin SW 2001. Shear strength of reinforced high-strength concrete deep beams. Structural Journal, 98(2), 164-173.

Proestos GT, Palipana DK, Mihaylov BI 2021. Evaluating the shear resistance of deep beams loaded or supported by wide elements. Engineering Structures, 226, 111368.

Quintero-Febres CG, Parra-Montesinos G, Wight JK 2006. Strength of struts in deep concrete members designed using strut-and-tie method. ACI Materials Journal, 103(4), 577.

Rogowsky DM, MacGregor JG 1986. Design of reinforced concrete deep beams. Concrete International, 8(8), 49-58.

Russo G, Venir R, Paulett M 2005. Reinforced concrete deep beams-shear strength model and design formula. ACI Structural Journal, 102(3), 429.

Sahu R, Dewangan UK 2021. Effect of Shear Span to Depth Ratio in Strut-And-Tie Model on Deep Beam. In Advances in Civil Engineering, pp. 879-893, Springer, Singapore.

Shahnewaz M, Rteil A, Alam MS 2020. Shear strength of reinforced concrete deep beams–A review with improved model by genetic algorithm and reliability analysis. In Structures,Vol. 23, pp. 494-508. Elsevier.

Shahram D, Rozelin T 2019. Evaluation of Shear Ptovisions for Reinforced Concrete Deep Beam. International Civil Engineering and Architecture Conference, Volume 1, 1346-1355, Trabzon, Turkey.

Shuraim AB, El-Sayed AK 2016. Experimental verification of strut and tie model for HSC deep beams without shear reinforcement. Engineering Structures, 117, 71-85.

Smith KN, Vantsiotis AS 1982. Shear strength of deep beams. In Journal Proceedings ;Vol. 79, No. 3, pp. 201-213.

Subedi NK, Vardy AE, Kubotat N 1986. Reinforced concrete deep beams some test results. Magazine of concrete Research, 38(137), 206-219.

Tang CY, Tan KH 2004. Interactive mechanical model for shear strength of deep beams. Journal of Structural Engineering, 130(10), 1534-1544.

Tan KH, Lu HY 1999. Shear behavior of large reinforced concrete deep beams and code comparisons. Structural Journal, 96(5), 836-846.

Yang KH, Chung HS, Lee ET, Eun HC 2003. Shear characteristics of high-strength concrete deep beams without shear reinforcements. Engineering structures, 25(10), 1343-1352.

Zhang JH, Li SS, Xie W, Guo YD 2020. Experimental Study on Shear Capacity of High Strength Reinforcement Concrete Deep Beams with Small Shear Span–Depth Ratio. Materials, 13(5), 1218.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Şişen Kil Zeminin CBR Özelliklerine Uçucu Kül ve Bazalt Fiber Katkısının Etkisi

Onur Saran[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9503-5438*), Atila Demiröz[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1672-1630*)

[*1]Konya Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Konya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: osaran@ktun.edu.tr

Özet

İnşaat mühendisliği yapılarında zemin çok önemlidir. Özellikle şişen kil zeminlerin zayıf mühendislik özellikleri, inşaat için birçok zorluk oluşturabilir. Bu nedenle bu tür zeminlerin mühendislik özelliklerinin iyileştirilmesi gerekir. Kil zeminlerin özelliklerini iyileştirmek için çeşitli stabilizasyon teknikleri kullanılabilir. Zemin stabilizasyonu; zeminin taşıma kapasitesini, sıkıştırılabilirliğini, mukavemetini ve diğer özelliklerini iyileştirir.

Bu çalışmada, uçucu kül ve bazalt fiber katkılarının kil zeminin CBR özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Taguchi yöntemi kullanılarak deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Bazalt fiber uzunluğu (6, 12, 18, 24 mm), bazalt fiber içeriği (%0, %0.5, %1, %1.5), kür süresi (1, 7, 28, 56 gün) ve uçucu kül içeriği (%0, %5, %10, %15) değişken olarak seçilmiştir. Taguchi L16 ortogonal dizini kullanılarak ıslak CBR deneyleri yapılmıştır. Her karışım için şişme yüzdesi ve CBR değerleri belirlenmiştir.

Deney sonuçları incelendiğinde, katkısız zeminin CBR değerinde büyük ölçüde artış meydana gelmiştir. Varyans analizleri (ANOVA) sonucunda; CBR deneyi için optimum parametreler; bazalt fiber uzunluğu 18 mm, bazalt fiber içeriği %1, kür süresi 56 gün ve uçucu kül içeriği %10 olarak elde edilmiştir. Ayrıca, uçucu kül ve bazalt fiber katkısı ile kil zeminin şişme özelliğini kaybettiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uçucu Kül, Bazalt Fiber, CBR, Taguchi

Effect of Fly Ash and Basalt Fiber Additives on CBR Properties of Swelling Clay Soil

Abstract

Soil is very important in civil engineering structures. The poor engineering properties of swelling clay soils, in particular, can present many challenges for construction. Therefore, the engineering properties of such soils need to be improved. Various stabilization techniques can be used to improve the properties of clay soils. Soil stabilization; it improves the bearing capacity, compressibility, strength and other properties of the soil.

In this study, the effects of fly ash and basalt fiber additives on the CBR properties of clay soil were investigated. Experimental studies were carried out using the Taguchi method. Basalt fiber length (6, 12, 18, 24 mm), basalt fiber content (0%, 0.5%, 1%, 1.5%), curing time (1, 7, 28, 56 days), and fly ash content (0%) , 5%, 10%, 15% were chosen as variables. Soaked CBR experiments were performed using the Taguchi L16 orthogonal array. Swelling percentage and CBR values were determined for each mixture.

When the test results were examined, a significant increase in the CBR value of the pure soil was observed. Optimum parameters for CBR experiment; basalt fiber length 18mm, basalt fiber content 1%, curing time 56 days and fly ash content 10% were determined. In addition, it was determined that the clay soil lost its swelling feature with the addition of fly ash and basalt fiber.

Keywords: Fly Ash, Basalt Fiber, CBR, Taguchi

GİRİŞ

Kil zeminler, düşük taşıma kapasitesi ve yüksek sıkıştırılabilirliği nedeniyle genellikle temel zemini olarak tercih edilmez. Özellikle şişen kil zeminler su ile temas ettiğinde ani şişme ve büzülmeye neden olur. Bu tür zeminler doğrudan inşaatta faydalı değildir ancak stabilizasyondan sonra faydalı hale getirilebilir. Zemin stabilizasyonu temel, dolgu, şev, karayolu ve demiryolları gibi birçok yerde kullanılmaktadır. Zemin stabilizasyonu, zeminin taşıma kapasitesini, sıkıştırılabilirliğini, mukavemetini ve diğer özelliklerini iyileştirir. Zemin stabilizasyonu, zemin iyileştirmenin popüler yöntemidir. Mekanik yöntem, kimyasal yöntem, termal yöntem, katkı yöntemi (çimento, kireç, uçucu kül vb.) gibi çeşitli zemin stabilizasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Bugüne kadar, killerin mühendislik özelliklerinde gelişmeler sağlamak için çeşitli iyileştirme teknikleri kullanılmıştır. Atık malzemelerin zemin iyileştirmesinde kullanılması çevre dostu bir seçenektir (Yılmaz ve ark., 2015; Yılmaz ve Yurdakul, 2017). Kireç ve çimento şişen zeminlerin stabilizasyonu için yaygın olarak kullanılan katkı maddeleridir (Kilit ve ark., 2013; Andavan ve Pagadala, 2020; Aziz ve ark., 2021). Son yıllarda, zayıf zeminlerin bazı geoteknik özelliklerini iyileştirmek için uçucu kül, pirinç kabuğu külü, silis dumanı gibi farklı katkı malzemeleri kullanılmaktadır (Olgun, 2013; Alrubaye ve ark., 2017; Amina ve Rani, 2017; Öztürk ve Türköz, 2022).

Uçucu kül (UK), kömürle çalışan elektrik santrallerinin yan ürünü ortaya çıkmaktadır. Uçucu kül, yüksek miktarda silika ve alümina içerir. Kentleşme ve sanayileşmenin hızlı büyümesi nedeniyle endüstriyel atıkların en aza indirilmesi günümüzde ciddi bir sorundur. Bu atık ürünün güvenli bir şekilde kullanılması günümüzde önem kazanmaktadır. Uçucu kül, yüksek silikat ve kalsiyum içeriğinden dolayı yüksek puzolanik özellik gösterir. Bu yüzden zemin stabilizasyonunda kullanılmaktadır (Zha ve ark., 2008; Nath ve ark., 2017; Çimen ve Keleş, 2020; Dehghanian, 2021; Noaman ve ark., 2022).

Bu katkı maddelerinin yanı sıra polipropilen, cam, karbon ve bazalt lifleri gibi endüstriyel malzemeler de zemin stabilizasyonunda kullanılmaktadır. Fiber takviye teknolojisi, zeminin mekanik özelliklerini önemli ölçüde iyileştirebilir ve geoteknik mühendisliğinde giderek daha fazla uygulanmaktadır (Ndepete ve Sert, 2016; Cao ve ark., 2019; Nezhad ve ark, 2021; Jia ve ark., 2022). Bazalt fiber (BF), yeni bir tür çevre dostu ve yüksek performanslı zemin takviye malzemesidir ve bazalt fiber takviyeli zeminin mekanik özellikleri, önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir (Gao ve ark, 2015).

Bu çalışmada, uçucu kül ve bazalt fiber katkılarının şişen kil zeminin CBR ve şişme davranışına etkisi araştırılmıştır. Deneysel çalışmalarda, puzolanik aktivitenin artması için tasarım tablosundaki her karışıma %3 kireç katkısı yapılmıştır.

MATERYAL ve METOD

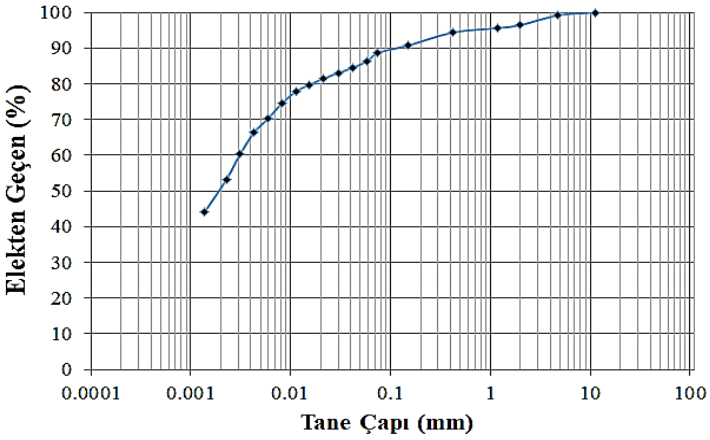
Zemin Özellikleri

Çalışmada şişme özelliği gösteren yüksek plastisiteli kil (CH) zemin kullanılmıştır. Zeminin temel fiziksel özelliklerini belirlemek için ıslak elek analizi, hidrometre deneyi, atterberg limitleri ve piknometre deneyi yapılmıştır.

Zeminin granülometri eğrisini çizmek için ASTM D1140-17 standardına göre ıslak elek analizi yapılmıştır. Ayrıca, zeminin 200 nolu elek altına geçen kısmına ASTM D422-63 standardına göre hidrometre deneyi yapılarak granülometri eğrisi çizilmiştir (Şekil 1). Zemine ait fiziksel özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Zeminin fiziksel özellikleri

Likit Limit, ω_L (%)	104.4
Plastik Limit, ω_p (%)	30.6
Plastisite İndisi (I_P) (%)	73.8
Özgül Ağırlık	2.65
Maksimum Kuru Yoğunluk, ρ_{kmax} (g/cm^3)	1.45
Optimum Su Muhtevası, ω_{opt} (%)	28.5
Zemin Sınıfı (USCS)	CH



Şekil 1. Zeminin tane dağılım eğrisi

Bazalt Fiber

Deneysel çalışmalarda kullanılan bazalt fiberler Spinteks Tekstil İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş'den temin edilmiştir. Bazalt fiberin fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Çalışmada 6, 12, 18 ve 24 mm boylarındaki bazalt fiberler kullanılmıştır (Şekil 2).

Tablo 2. Bazalt fiberin fiziksel ve mekanik özellikleri

Bazalt Fiber	
Özellik	**Değer**
Özgül Ağırlık	2.60 - 2.65
Çapı (µm)	6 - 25
Erime Sıcaklığı (˚C)	1350
Çekme Dayanımı (MPa)	2800 - 3300
Elastisite Modülü (GPa)	70 - 90
Kopma Uzaması (%)	3.1 - 6



Şekil 2. Farklı boydaki bazalt fiberler

Uçucu Kül

Deneysel çalışmalarda F tipi uçucu kül kullanılmıştır. Uçucu kül Seyitömer Termik Santralinden temin edilmiştir. Uçucu külün kimyasal yapısı Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Uçucu külün kimyasal yapısı

Kimyasal Bileşim	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	K_2O	SO_3	Na_2O	Kızdırma Kaybı
Miktar (%)	54.486	20.579	9.271	4.476	4.257	2.013	0.518	0.648	3.009

Deney Tasarımı

Deneysel çalışmalarda, kullanılan katkı malzemeleri ve kür süresinin deney sonuçları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla Taguchi yöntemi kullanılmıştır. Taguchi yönteminde, ortogonal bir dizin seçilerek az sayıda deney ve çalışma ile parametrelerin sonuç üzerindeki etkisi belirlenebilmektedir. Ayrıca, yapılmayan diğer deneyler ile maksimum ve minimum sonuçlar da tahmin edilebilmektedir. Böylece, deneysel çalışmaların maliyeti minimuma indirilebilmektedir. Taguchi yönteminde deney tasarımları için özel olarak geliştirilen ortogonal dizin tabloları kullanılmaktadır. Bu çalışmada Taguchi L_{16} ortogonal dizin tablosu (4 parametre ve 4 seviye) kullanılmıştır (Tablo 4). Puzolanik aktivitenin arttırılması için tüm tasarımlara %3 kireç ilavesi yapılmıştır.

Tablo 4. Taguchi tasarımı için L_{16} ortogonal deney tablosu

Tasarım Numarası	Parametreler ve Parametre seviyeleri			
	BF uzunluğu (mm)	BF içeriği (Ağırlıkça, %)	Kür süresi (gün)	UK içeriği (Ağırlıkça, %)
1	6	0	1	0
2	6	0.5	7	5
3	6	1	28	10
4	6	1.5	56	15
5	12	0	7	10
6	12	0.5	1	15
7	12	1	56	0
8	12	1.5	28	5
9	18	0	28	15
10	18	0.5	56	10
11	18	1	1	5
12	18	1.5	7	0
13	24	0	56	5
14	24	0.5	28	0
15	24	1	7	15
16	24	1.5	1	10

BULGULAR ve TARTIŞMA

Deney tablosundaki 16 farklı karışım ve katkısız zemin için ASTM 1883 standardına göre ıslak CBR deneyleri yapılmıştır. Standart Proctor enerjisi ile optimum su içeriğinde sıkıştırılan numuneler deney tablosunda belirtilen sürelerde küre bırakılmıştır. Kür süresince numunelerin su içeriğinin değişmemesi için numuneler hava almayacak şekilde poşetlenmiştir. Daha sonra saklama kabı içinde yaklaşık 23 ^{o}C sıcaklıkta güneş almayacak şekilde bekletilmiştir (Şekil 3). Kür süresi sonunda numuneler su tankı içerisine bırakılarak şişme yüzdeleri belirlenmiştir. Şişme yüzdesi belirlenen numuneler daha sonra CBR deneyine tabi tutulmuştur (Şekil 4). Deneylerden elde edilen şişme yüzdesi ve CBR dayanımları Tablo 5'te verilmiştir.



Şekil 3. Sıkıştırılan numunelerin poşetlenerek saklanması



Şekil 4. Islak CBR deneyinin yapılması

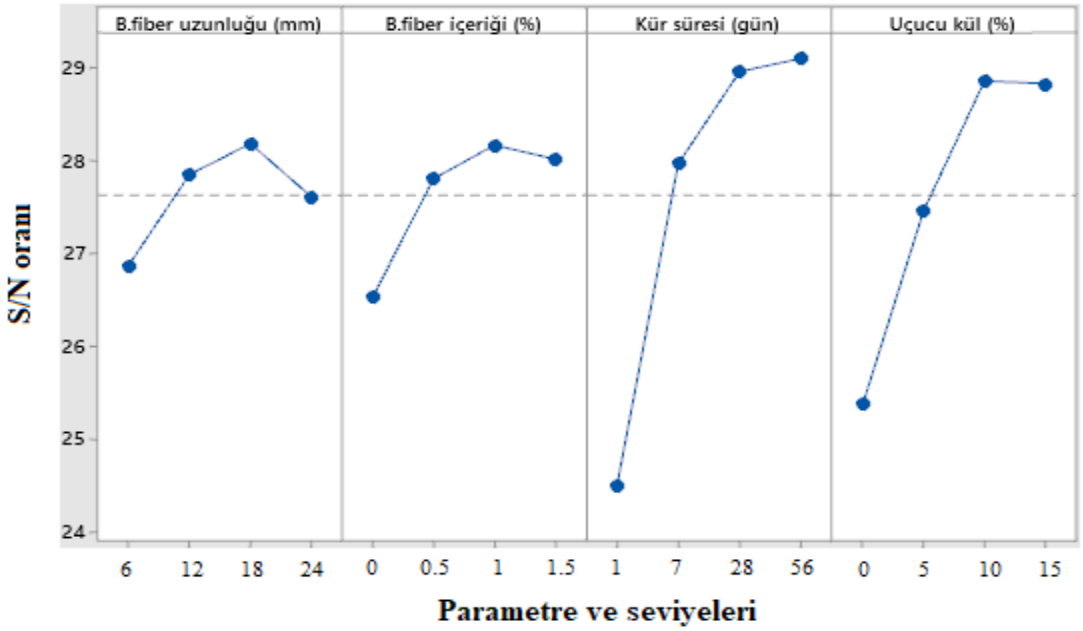
Çizelge 5 incelendiğinde en büyük CBR dayanımı 10 numaralı tasarımda elde edilmiştir. Kullanılan katkılar ile katkısız zeminin CBR dayanımı %2.56'dan %36.19'a çıkmıştır. Ayrıca zeminin şişme özelliğini kaybettiği gözlenmektedir.

İstatistiksel analiz sonuçlarını değerlendirmek için Minitab 19 Statistical Software yazılımı kullanılmıştır. Sonuç üzerinde etkili olan her bir parametrenin optimum seviyesini belirlemek için Taguchi analizi yapılarak S/N oranları belirlenmiştir. Son olarak parametrelerin deney sonucu üzerindeki etki derecesini belirlemek için çok parametreli varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Deney sonuçları değerlendirilirken tüm parametreler arasında etkileşim olduğu kabul edilmiştir.

Tablo 5. Islak CBR deney sonuçları

Deney No	CBR (%)	Şişme (%)
Katkısız	2.56	8.017
1	10.54	0.534
2	22.65	0.129
3	30.59	0.052
4	32.39	0.030
5	26.88	0.147
6	19.56	0.431
7	23.68	0.030
8	29.87	0.034
9	29.87	0.069
10	36.19	0.043
11	19.23	0.052
12	20.86	0.022
13	23.85	0.039
14	22.72	0.052
15	30.90	0.129
16	19.89	0.353

S/N analizlerinde 'en yüksek en iyi' durumu seçilerek optimum parametre seviyeleri belirlenmiştir. CBR dayanımı için gerçekleştirilen analizlere göre S/N oranlarının ana etki grafiği Şekil 5'te verilmiştir. Buna göre; bazalt fiber uzunluğu 18 mm, bazalt fiber içeriği %1 ve uçucu kül içeriği %10'a kadar CBR dayanımı artarken bu seviyelerden sonra CBR dayanımı azalmaktadır. Kür süresi arttıkça CBR dayanımının arttığı gözlenmiştir.



Şekil 5. CBR dayanımları için S/N grafiği

Varyans analizleri sonucunda, CBR dayanımı ile tasarım parametreleri arasında oluşturulan modelde, R-kare değeri %99.34, R-kare (düzeltilmiş) değeri %96.70 ve R-kare (tahmini) değeri %81.20 olarak elde edilmiştir. CBR dayanım değerleri için geliştirilen bu model istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0.006 < 0.05$) (Tablo 6). CBR dayanımı üzerindeki en etkili parametreler sırasıyla kür süresi, uçucu kül içeriği, bazalt fiber içeriği olarak belirlenmiştir. Bazalt fiber uzunluğunun, CBR dayanımı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür ($p=0.094 > 0.05$).

Tablo 6. CBR dayanımları için varyans analizi sonuçları (ANOVA)

Kaynak	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F değeri	P değeri
Model	12	98.8550	98.8550	8.2379	37.58	0.006
BF Uzunluğu	3	3.7402	3.7402	1.2467	5.69	0.094
BF İçeriği	3	6.7654	6.7654	2.2551	10.29	0.044
Kür Süresi	3	55.8523	55.8523	18.6174	84.93	0.002
UK İçeriği	3	32.4971	32.4971	10.8324	49.42	0.005
Hata	3	0.6576	0.6576	0.2192		
Toplam	15	99.5126				

SONUÇ

Bu çalışmada, uçucu kül ve bazalt fiber katkılarının şişen bir kil zeminin CBR dayanımı ve şişme özelliklerine etkisini belirlemek için deneysel ve istatistiksel bir çalışma yapılmıştır. Bu amaçla bazalt fiber uzunluğu, bazalt fiber yüzdesi, kür süresi ve uçucu kül yüzdesinin değişken olduğu 4 parametreli ve 4 seviyeli Taguchi L_{16} ortogonal dizin tablosu kullanılarak deneysel çalışmalar yapılmıştır. puzolanik aktivitenin artması için tasarım tablosundaki her karışıma %3 kireç katkısı yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Uçucu kül, bazalt fiber ve kireç katkıları ile şişen kil zeminin CBR dayanımında önemli ölçüde artış meydana gelmiştir. En yüksek dayanımın elde edildiği tasarımda, katkısız zeminin CBR dayanımı, %2.56'dan %36.19'a çıkmıştır.

CBR dayanımı için parametrelerin optimum seviyeleri; bazalt fiber uzunluğu 18 mm, bazalt fiber içeriği %1 ve uçucu kül içeriği %10 olarak belirlenmiştir. Bu seviyelerden sonra CBR dayanımında düşüş meydana gelmiştir. Kür süresi arttıkça CBR dayanımı artmıştır.

CBR dayanımı üzerindeki en etkili parametreler sırasıyla kür süresi, uçucu kül içeriği, bazalt fiber içeriği olarak belirlenmiştir. Bazalt fiber uzunluğunun, CBR dayanımı üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Şişme deneyi sonuçlarına göre; uçucu kül, bazalt fiber ve kireç katkısı ile kil zeminin şişme özelliğini kaybettiği belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Alrubaye AJ, Hasan M, Fattah MY 2017. Stabilization of soft kaolin clay with silica fume and lime. International Journal of Geotechnical Engineering, 11(1): 90-96.

Amina SM, Rani V 2017. Control of dispersivity of soil using lime and silica fume. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 5(5): 386-391.

Andavan S, Pagadala VK 2020. A study on soil stabilization by addition of fly ash and lime. Materials Today: Proceedings, 22: 1125-1129.

Aziz M, Sheikh FN, Qureshi MU, Rasool AM, Irfan M 2021. Experimental study on endurance performance of lime and cement-treated cohesive soil. KSCE Journal of Civil Engineering, 25(9): 3306-3318.

Cao Z, Ma Q, Wang H 2019. Effect of basalt fiber addition on static-dynamic mechanical behaviors and microstructure of stabilized soil compositing cement and fly Ash. Advances in Civil Engineering, 2019: 1-20.

Çimen Ö, Keleş E 2020. Yüksek plastisiteli bir kilin mühendislik özelliklerine uçucu kül ve kireç katkılarının etkisi. İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi, 1(2): 80-90.

Dehghanian K 2021. Killi zeminlerin özelliklerinin uçucu kül kullanarak iyileştirilmesi. ALKÜ Fen Bilimleri Dergisi, 3(1): 66-72.

Gao L, Hu G, Xu N, Fu J, Xiang C, Yang C 2015. Experimental study on unconfined compressive strength of basalt fiber reinforced clay soil. Advances in Materials Science and Engineering, 2015: 1-8.

Jia Y, Zhang JS, Wang X, Ding Y, Chen XB, Liu T 2022. Experimental study on mechanical properties of basalt fiber-reinforced silty clay. Journal of Central South University, 29(6): 1945-1956.

Kilit M, Çavuş UŞ, Zorluer İ 2021. Portland kompoze çimento katkısı ile şişen killerin stabilizasyonu. Journal of Innovations in Civil Engineering and Technology, 3(2): 185-193.

Nath BD, Molla M, Ali K, Sarkar G 2017. Study on strength behavior of organic soil stabilized with fly ash. International scholarly research notices, 2017: 1-6.

Ndepete CP, Sert S 2016. Use of basalt fibers for soil improvement. Acta Physica Polonica A, 130(1): 355-356.

Nezhad MG, Tabarsa A, Latifi N 2021. Effect of natural and synthetic fibers reinforcement on California bearing ratio and tensile strength of clay. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 13(3): 626-642.

Noaman MF, Khan MA, Ali K, Hassan A 2022. A review on the effect of fly ash on the geotechnical properties and stability of soil. Cleaner Materials, 100151.

Olgun M 2013. The effects and optimization of additives for expansive clays under freeze–thaw conditions. Cold Regions Science and Technology, 93: 36-46.

Öztürk O, Türköz M 2022. Effect of silica fume on the undrained strength parameters of dispersive. Turkish Journal of Engineering, 6(4): 293-299.

Yilmaz F, Kamiloglu HA, Sadoglu, E 2015. Soil stabilization with using waste materials against freezing thawing effect. Acta Physica Polonica A, 128(2B): 392-394.

Yilmaz F, Yurdakul M 2017. Evaluation of marble dust for soil stabilization. Acta Phys Pol A, 132(3): 710–711.

Zha F, Liu S, Du Y, Cui K 2008. Behavior of expansive soils stabilized with fly ash. Natural hazards, 47(3): 509-523.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Parabiyotik ve postbiyotiklerin gıdalarda kullanımları

Fadime Seyrekoğlu[1] (https://orcid.org/ 0000-0001-9787-4115)

[*1]Amasya Üniversitesi, Suluova Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Amasya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: fadime.tokatli@amasya.edu.tr

Özet

Probiyotiklerin özellikle gıda alanında kullanımları her geçen gün artış göstermektedir. Fakat canlı mikroorganizmaların gıdalara eklenmesinde yaşanan teknolojik sorunlar ve sağlık üzerinde bazı riskler oluşturması probiyotiklerin kullanımlarını sınırlandırmaktadır. Parabiyotikler kullanımlarıyla sağlık üzerinde faydalı olan hücre fraksiyonları veya cansız mikrobiyal hücrelerdir. Probiyotiklerin ısıl işlem, ışınlama ve kimyasallarla inaktif hale getirilmesiyle elde edilirler. Hücre yüzeyi proteinleri, metabolitler, nöropeptidler, kısa zincirli yağ asitleri, vitaminler, polisakkaridler ve çeşitli organik asitleri içeren fermentasyon sonucu oluşan genellikle üst fazdaki biyoaktif bileşikler ise postbiyotikleri oluşturmaktadır. Parabiyotikler ve postbiyotikler canlı mikroorganizma içermediği için endüstride kullanım olanakları daha fazladır. Klinik, teknolojik ve ekonomik anlamda probiyotiklere alternatif olsalar da bu bileşenlerin kimyasal yapıları, sınıflandırılmaları, etki mekanizmaları ve güvenli dozları ile ilgili yapılan çalışmalar devam etmektedir. Literatürde çalışmaların artmasıyla parabiyotik ve postbiyotiklerin kullanımları da gün geçtikçe artacaktır. Postbiyotiklerin antikanser, antiviral, antimikrobiyal ve antioksidan etkileri gıdalardaki kullanımlarını daha değerli hale getirmektedir. Uzun raf ömrüne sahip olmaları, antibiyotik direnci oluşturmamaları, kolay kullanım ve depolama imkanına sahip olmaları, geniş pH ve sıcaklık aralığında stabil kalmaları kullanım avantajları arasındadır. Bu bileşenler doğrudan, liyofilize edilerek, çözelti halinde, mikroenkapsüle edilerek veya konsantre edilerek gıda maddelerine ilave edilebilir. Birçok avantajının yanında duyusal özelliklerini iyileştirme ve biyofilm kontrolü içinde kullanılmaktadır. *Lactobacillus* türleri özellikle et ve ürünlerinde antioksidan ve antimikrobiyal ajan olarak, su ürünlerinde antimikrobiyal ve biyojen amin oluşumunu engellemek için, meyve- sebze ürünlerinde antimikrobiyal etki sağlayarak doğal koruyucu olarak, süt ve ürünlerinde antimikrobiyal etki için, hububat ürünlerinde hamur reolojisini iyileştirmek ve ekmek kalitesini arttırmak için kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Gıda güvenliği ve kalitesi için gıda ambalajlarında koruyucu olarak kullanımları da mevcuttur. Yapılan çalışmalar parabiyotik ve postbiyotiklerin gıda endüstrisinde doğal antioksidan ve antimikrobiyal olarak kullanılabilirliğini göstermektedir. Daha fazla çalışmayla bu bileşenlerin kullanımları arttırılarak insan sağlığına yararlı fonksiyonel gıda maddeleri üretilebilir. Bu çalışma bileşimleri ve potansiyel sağlık yararları ile parabiyotik ve postbiyotikler üzerine yapılan çalışmalar hakkında bilgi sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Parabiyotik, postbiyotik, gıda, sağlık.

Usage of parabiotics and postbiotics in food

Abstract

The use of probiotics, especially in the field of food, is increasing day by day. However, the technological problems experienced in adding live microorganisms to foods and the risks on health limit the use of probiotics. Parabiotics are cell fractions or non-living microbial cells that are beneficial to health through their use. They are obtained by inactivating probiotics with heat treatment, irradiation and chemicals. Postbiotics are the bioactive compounds in the upper phase, which are formed as a result of fermentation containing cell surface proteins, metabolites, neuropeptides, short chain fatty acids, vitamins, polysaccharides and various organic acids. Since parabiotics and postbiotics do not contain live microorganisms, their use in industry is more. Although they are alternatives to probiotics in clinical, technological and economic terms, studies on the chemical structures, classifications, mechanisms of action and safe doses of these components continue. With the increase in studies in the literature,

the use of parabiotics and postbiotics will increase day by day. The anticancer, antiviral, antimicrobial and antioxidant effects of postbiotics make their use in foods more valuable. Among the advantages of use are that they have a long shelf life, do not form antibiotic resistance, have easy use and storage, and remain stable in a wide pH and temperature range. These ingredients can be added directly to food stuffs by lyophilization, solution, microencapsulation or concentration. Besides its many advantages, it is used for improving sensory properties and controlling biofilm. Lactobacillus species are especially used as antioxidant and antimicrobial agent in meat and products, to prevent antimicrobial and biogenic amine formation in seafood, as natural preservatives by providing antimicrobial effect in fruit and vegetable products, for antimicrobial effect in milk and products, to improve dough rheology in cereal products and to increase bread quality used and successful results were obtained. It is also used as a preservative in food packaging for food safety and quality. Studies show that parabiotics and postbiotics can be used as natural antioxidants and antimicrobials in the food industry. With further studies, the use of these components can be increased and functional food stuffs that are beneficial for human health can be produced. This study provides information on their composition and potential health benefits, as well as studies on parabiotics and postbiotics.

Keywords: Parabiotic, postbiotic, food, health.

Giriş

Araştırmacılar geçmişten günümüze probiyotik tanımını farklı şekillerde yapmıştır (Gündüz ve Öztürk, 2018). Dünya Sağlık Örgütü probiyotiğin tanımını "yeterli miktarda tüketildiğinde konak canlının sağlığı üzerinde olumlu etkiler sağlayan canlı mikroorganizmalar"şeklinde yapmıştır (FAO/WHO, 2002). Gıda, besin takviyeleri, ilaç gibi ürünlerde kullanılmaları dışında antibiyotik ve antiinflamatuvar ilaçların alternatifleri olarak da kullanımları mevcuttur (Sharma vd., 2014). Bağırsak bariyer bütünlüğünün sağlanmasında önemli role sahiptirler (Bermudez-Brito vd., 2012). Buna ek olarak bağışıklık sisteminin gelişiminde, vitaminler gibi besin elementlerinin sentezinde de önemli role sahiptirler (Bermudez-Brito vd., 2012). Kanser, diyabetik rahatsızlıklar, obezite, sindirim sistemi enfeksiyonlarının önlenmesi gibi açılardan sağlığa faydaları bulunmaktadır (Kechagia vd., 2013). Alerjilerin, solunum yolu ve bağırsak enfeksiyonlarının tedavisinde olumlu sonuçlar verdikleri için bebek, küçük ve hasta çocuklarda dikkatli kullanılmalıdır. Gıdalarda yaygın olarak kullanılan probiyotik mikroorganizmalar *Lactobacillus, Bifidobacterium, Lactococcus, Streptococcus, Enterococcus* cinslerinin sahip olduğu türler, *Bacillus* cinsine ait gram pozitif bakteri suşları ve *Saccharomyces* cinsinin sahip olduğu mayalardan oluşmaktadır (Pandey vd., 2015). Süt ve süt bazlı ürünler (yoğurt, kefir, kımız) probiyotiklerin gelişimi için en uygun gıda matrisi olarak bilinmektedir (Şengün vd., 2021). Probiyotik bir ürünün optimum fayda sağlayabilmesi için ürünün tüketim anında 10^6 kob/g sayıda canlı probiyotik mikroorganizmayı içermesi gerekmektedir (Taşdemir, 2017). Probiyotik gıda ürünleri geliştirilirken gıdanın bileşimine, üretimine ve depolanma koşullarına stres faktörlerinin dayanıklı olup olmamasına dikkat edilmelidir. Stres faktörünün etkisini azaltmak için mikroenkapsülasyona başvurulmuştur. Mikroenkapsülasyon dediğimiz teknolojide katı, sıvı veya gaz halindeki maddelerin kapsül olarak inert bir kabuğun içinde hapsedilmesi ile birlikte kontrollü salınımının gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır (Ünal vd., 2010).

Postbiyotikler

Postbiyotikler sağlığı geliştirmek için besin bileşenleri ile kombinasyon halinde kullanılabilen fonksiyonel fermantasyon bileşikleridir (Gökırmaklı, 2021). Sık olarak kullanılan iki çeşit postbiyotik türü vardır. Bunlar paraprobiyotikler ve FIF'lerdir. Paraprobiyotiklere aynı zamanda hayalet probiyotikler de denir. Bunlar 'yeterli miktarlarda uygulandığında konakçıya fayda sağlayan cansız veya inaktive mikrobiyal hücreler' olarak tanımlanmaktadır (Gökırmaklı, 2021). Postbiyotikler, canlı hücreler tarafından üretilen veya hücresel lizizden (ölüm) sonra açığa çıkan, konağa olumlu etki sağlayabilen çözünür faktörlerin bütünüdür (Cuevas-González vd., 2020). Uygun koşullarda konakçıdaki çeşitli organ ve dokulara yüksek kapasiteli sinyal gönderimi yapar ve bu sayede çeşitli biyolojik tepkileri tetikler. Kimyasal yapılarının iyi olması, güvenilir olması, toksisitelerinin olmaması, uzun raf ömürlerinin olması, antioksidan aktivitelere sahip olması gibi özellikleri iyi bir alternatif olmalarının başlıca sebeblerindendir (Aguilar-Toalá vd., 2018). Gıdalardan sağlanan postbiyotiklerin başında fenolik türevli metabolitler yer almaktadır (Cortés-Martín vd., 2020). Bağırsak ve sistemik kronik bozukluklar üzerinde etkili olabilmektedir (Cortés-Martín vd., 2020). Postbiyotikler ve biyoaktif bileşikler, probiyotiklerin fonksiyonel bileşenlere dönüşme gücünü artırmanın en etkili yoludur (Wegh vd., 2019). Literatür incelendiğinde

yapılan çalışmalarla postbiyotiklerin sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin dışında daha birçok avantaja sahip olduğu ve probiyotiklere göre daha güvenilir kaynaklar olduğu öne sürülmüştür (Rad vd.., 2020). Konakçı sağlığı üzerindeki olumlu etkileri; lipitler, proteinler, karbonhidratlar, vitaminler ve organik asitlerden kaynaklanmaktadır. Raf ömrünü uzattıkları düşünüldüğü için besin sanayisinde de sıkça kullanılırlar (Aguilar-Toalá vd., 2018). Üretimleri besiyeri ve fermantasyon koşullarına bağlıdır ve farklı koşullarda farklı postbiyotik üretilebilmektedir. Yapısal olarak farklı polimerizasyon derecelerine ve bağlara sahip olmaları postbiyotiklerin kalitatif ve kantitatif olarak tanımlanmasında birçok analizin yapılmasını gerektirir. Gıdalara direk eklenmesi sıvı kültür üst fazı ile ya da konsantre kültür üst fazının çözelti halinde eklenmesi ile yapılmaktadır. Yapılan çalışmalar doğrultusunda liyofilize veya enkapsüle ile daha iyi sonuçlar elde edildiği ileri sürülmüştür ve bu iki yöntem daha çok tercih edilmektedir (Şengün ve Yahşi, 2021).

Parabiyotikler

Paraprobiyotiklere cansız probiyotikler, hayalet probiyotikler, inaktive edilmiş probiyotikler de denilmektedir. Yeterli miktarda verildiğinde konakçıya yarar sağlamaktadırlar. Paraprobiyotik ve postbiyotik terimleri son zamanlarda ortaya çıkmış buna rağmen bilimde, besin sanayisinde, insan ve hayvan sağlığında önemli iki terim olmuştur. Gıda sistemlerinde bu iki terimin kullanılabilmesi için ilk önce ayrıntılı bir şekilde tanımlanmış olmaları ve ayrıca karakterizasyonunun doğru şekilde yapılmış olması gerekmektedir (Shenderov vd., 2020). Postbiyotiklerin önemli bir kısmını oluşturan metabolitlerin tanımlanması, paraprobiyotiklerde ise bozulmamış hücrelerin bütünlüğünün veya değişikliklerin belirlenebilmesi için kullanılan yöntemlerin ve analitik araçların seçimi, analitik amaçlara ve incelenen moleküllere bağlıdır (Shenderov vd., 2020). Fakat fonksiyonel amaçlarla üretimlerini ekonomik olarak uygun hale getirmek için kullanılabilecek teknolojik ve endüstriyel süreçler üzerinde çalışılmasına da ihtiyaç vardır (Nataraj vd., 2020). Daha iyi anlanabilmesi için mekanistik çalışmalara odaklanılması gerekmektedir (Nataraj vd., 2020). Probiyotik yerine parabiyotik ve postbiyotiklerinin kullanımın tercih edilmesinin sebebi yüksek ısıl işlem gerektiren ürünlere kolay ilave edilmeleri, depolama ve taşıma kolaylığı bunla beraber de satışının kolay olmasıdır (Almada vd., 2016). Canlı bakterilerin inaktivasyonu kullanılarak paraprobiyotik elde etmek için farklı metodlar literatürde uygulanmaktadır. Bu yöntemler arasında başta ısıl işlem olmak üzere gama veya ultraviyole ışınlama, sonikasyon örnek olarak verilebilir (Almada vd., 2016). Bu yöntemler arasında en sık kullanılan yöntem ısıl işlemdir (Nataraj vd., 2020). Uygulanan prosesler ve normları, hücre üzerinde farklı etkilere sahip olmakla birlikte uygulanan işlemin kesik yada sürekli olması, işlemin türü ve süresine göre değişmektedir (Almada vd., 2015). Karaciğer hastalıklarında, solunum yolu hastalıklarında ve bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi gibi farklı amaçlarla kullanımı literatürde yerini almıştır (Almada vd., 2015). Bunların yanı sıra laktoz intoleransta, diş problemlerinin iyileştirilmesinde, yaşlanma etkilerinin azaltılmasında ve en önemlisi kanser hücrelerinin büyümesinin kontrol edilmesini sağlayarak literatüre büyük faydalar sağlamıştır (Almada vd., 2015).

Postbiyotiklerin Gıdalarda Kullanımı:

Bilinen faydaları ile birlikte son dönemde postbiyotiklerin gıdalarda kullanımı yaygın hale gelmiştir (İçier vd., 2022). Gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (İçier vd., 2022). Bunun dışında biyofilmlerin giderilmesinde, antioksidan ve antimikrobiyal etkide ve yenilenebilir kaplamada sıkça kullanılmaya başlanmıştır (Moradi, 2021). Postbiyotiklerin gıda üzerine etkilerinin incelenebilmesi için farklı formlarda gıda matriksi eklenmelidir (İçier vd., 2022). Sıvı kültür üst fazının ya da konsantre kültür üst fazının doğrudan çözelti halinde eklenmesi ile gıdalara eklenebilirler (İçier vd., 2022). Buna rağmen literatürde daha iyi sonuç verdikleri için liyofilize veya enkapsüle yöntemi ile gıdalara eklenirler (Malheiros vd.., 2016; Kuley vd., 2021). Mikroenkapsülasyon yöntemini yaygın olarak ürünü düşük pH, oksijen ve yüksek sıcaklık gibi olumsuz şartlara karşı korunmak için kullanırız. Enkapsüle edilebilmeleri için lipit, karbonhidrat ve proteinler kullanılmaktadır (Hosseini vd., 2021; Rad vd., 2021). Antioksidan moleküller, biyoaktif peptitler ve bakteriyosinler gıda kullanımında öne çıkmaktadır (Cuevas-González vd., 2020). Literatür taraması sonucunda farklı probiyotik suşlardan antioksidan etkiye sahip postbiyotikler elde edildiği gözlemlenmiştir (Cuevas-González vd., 2020).

Postbiyotiklerin Et Ürünlerinde Kullanımları:

Son yıllarda et ürünlerinde katkı maddelerinin kullanımnın artması ile birlikte antimikrobiyal ve antioksidan etkileri araştırılmaya başlanmıştır (İçier vd., 2022). *Lactobacillus salivarius*, *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve *Lactobacillus casei* türlerinin üst fazlarının dondurulup kurutulması sonucu elde edilerek dana kıymasına

eklendiği çalışmada *L. monocytogenes'*e karşı antimikrobiyal etki gösterdikleri tespit edilmiştir. En yüksek inhibitör etkiyi *L. monocytogenes üzerinde* gösterirken en düşük inhibitör aktiviteyi *L. casei 431* gösterdiği sonucuna varılmıştır. 3 fraklı suşun birçok peptit, yağ asidi ve organik asit içerdiği gözlemlenmiştir (Moradi vd., 2019b). Diğer bir çalışmada ise vakum evaporasyon ile konsantre edilmiş, biftek dilimlerine eklenmiş ve antimikrobiyal etki gösterdikleri belirlenmiştir (Arrioja-Bretón vd., 2020). Çiğ ete Cys5-4 suşundan elde edilen antimikrobiyal peptitler daldırılma yöntemi ile eklenmiş ve kontamine olan etteki patojenleri aktif hale getirdiği gözlemlenmiştir. Bunun sonucunda peptilerin gıdalarda koruyucu olarak kullanılmasında bir sakınca olmadığı gözlemlenmiştir (Tenea ve Guaña, 2019). Dana kıyması ile yapılan çalışmada ise liyofilize yöntemi kullanılarak antimikrobiyal etkileri gözlemlenmiş ve biyokoruyucu olarak kullanımlarının raf ömrünü uzattığı sonucuna varılmıştır (Moradi vd., 2019).

Postbiyotiklerin Su Ürünlerinde Kullanımları:

Yapılan çalışmalarda farklı balık türlerinde antimikrobiyal ve biyojen amin oluşumunu engelleyici olarak kullanımlarından söz edilmiştir. Kuley (2021), yaptığı çalışmada elde ettiği kültür üst fazlarını mikroenkapsüle yöntemi ile kapsülleyip propolis ekstratı ekleyerek bozulmaya sebep olan bakterilere karşı antimikrobiyal etkilerini araştırmış ve bunun sonucunda da biyokoruyucu olarak kullanımlarında bir sakınca olmadığını ortaya koymuştur.(Kuley vd., 2021). Sardalya ile yapılan çalışmada antimikrobiyal etkisi araştırılmış ve çalışma sonucunda biyojen amin miktarını azalttığı ve böylece raf ömrünü uzattığı görülmüştür (Ananou vd., 2014).

Postbiyotiklerin Meyve-Sebze Ürünlerinde Kullanımları

Meyve-sebze ve meyve sularında yapılan çalışmalarda doğal koruyucu oldukları ispatlanmıştır. Patates ile yapılan çalışmada da postbiyotikler tarafından üretilmiş olan formik asit ve nisinin patatesin raf ömrünü uzattığı görülmüştür (Ruengvisesh vd., 2020).

Postbiyotiklerin Süt Ürünlerinde Kullanımları

Burada EPS ve bakteriyosin ön plandadır. Bakteriyosinin tek başına etki edebildiği gibi diğer ajanlar ile birlikte de etki ettiği gösterilmiştir. Nisin ve sarımsağın birlikte kullanıldığı çalışmada önce antimikrobiyal etkileri gösterilmiştir (Pinilla ve Brandelli, 2016). Enkapsüle edilen bakteriyosinin etkisinin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir (Malheiros vd., 2016). EPS'lerin fonksiyonel ve duyusal özelliklerinin geliştirilmesinde olumlu sonuçlar vermesi bunlarla ilgili yapılacak çalışmalara ön hazırlık olmuştur. Farklı konsantrasyonlardan elde edilmiş EPS'nin manda sütüne eklendiği çalışmada yoğurdun sertliğini ve su tutma kapasitesini arttırdığı gözlemlenmiştir (Yang vd., 2014).

Postbiyotiklerin Hububat Ürünlerinde Kullanımları

Gıdalardaki yapay katkı maddelerinin kullanımını azaltmak için EPS kullanımının arttığı gösterilmektedir (Ryan vd., 2015). EPS'lerin suyu bağlama yeteneklerinin olması, raf ömrünü uzatmaları ve bayatlamayı geciktirmeleri sebebiyle kalitenin artmasında önemli bir bileşen oldukları öne sürülmüştür (Lynch vd., 2018). Glutensiz ekmek kalitesi ile ilgili yapılan çalışmada glutensiz ekmeğin pişirme kaybı, sertliği ve nem içeriğini değiştirdiği gözlemlenmiştir (Rühmkorf vd., 2012). Yapılan çalışmalar sonucunda düşük yağlı keklerde özellikleri iyileştirmek için EPS kullanıldığı gözlemlenmiştir (Doğan vd., 2012).

Postbiyotiklerin Gıda Ambalajlarında Kullanımları

Son birkaç yılda sürdürelebilir üründe ve ambalajlamada talep artmaktadır. Burada postbiyotiklerin önemi anlaşılmaktadır. Çünkü ambalaj malzemelerinde koruyucu olarak kullanımları mevcuttur. Suda çözünmeyen polisakkaritlere alternatif olarak kefiran, hyaluoranik asit ve levan gibi EPS'ler kaplamada kullanılır. Levanın gerilme direncini ve çözünürlüğü yükselttiği ve uzamayı arttırdığı gözlemlenmiştir (Mantovan vd., 2018). Peptitlerin domatesin raf ömrünü uzattığı gözlemlenmiştir (Tenea ve Pozo., 2019). Yapılan başka bir çalışmada ise bakteriyosinin taze çileğin ağırlık kaybını azalttığı ve küflenmesini geciktirdiği sonucuna varılmıştır (Tumbarski vd., 2019).

Sonuç

Probiyotiklerin aktif olarak kullanılması son bir kaç yılda yerini postbiyotik ve parabiyotiklere bırakmıştır. Bunun

en önemli nedeni parabiyotiklerin ve postbiyotiklerin daha uzun raf ömürlerinin olması, toksisitelerinin olmaması, canlı bakteriler içermemesi, benzersiz kimyasal özelliklere sahip olmaları, memelilerde bağırsak enzimlerine dirençli olmaları ve antioksidan aktivitelere sahip olabilmeleri gibi etkenlerdir. Sağlık açısından ve aynı zamanda gıdalarda ki kullanım açısından postbiyotikler probiyotiklere daha iyi bir alternatif olmaktadır. Bunlara ek olarak gıda endüstrisinde doğal antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerindeki olumlu sonuçlarından dolayı kullanımı çok fazladır. Kullanımlarının bu kadar yaygın olmalarına rağmen dünya genelinde kabul görecek net bir tanımlamaları halen yapılmamıştır. Buna ek olarak sağlığa yararları da net olarak ortaya konulmamıştır. Net tanımlar yapılabilmesi için araştırmacılar tarafından in vivo ve in vitro çalışmalar yapılması gerekmektedir. Artan çalışmalar sayesinde postbiyotiklerin ve parabiyotiklerin üretim ve tüketimlerinin artacağı sonucuna varılmıştır.

Kaynakça

1. Aguilar-Toalá, J.E., Garcia-Varela, R., Garcia, H.S., Mata-Haro, V., González-Córdova, A. F., Vallejo-Cordoba, B., Hernández-Mendoza, A. (2018). Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. Trends Food Sci Technol, 75: 105-114. doi: 10.1016/j.tifs.2018.03.009.
2. Akça, F., & İmamlı, H. (2018). Probiyotik kullanımının sağlığa ve sportif performansa etkileri. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. Retrieved from
3. Ananou, S., H. Zentar, M., Martínez-Bueno, A., Gálvez, M., Maqueda, E. Valdivia. (2014). The impact of enterocin AS-48 on the shelf-life and safety of sardines (Sardina pilchardus) under different storage conditions. Food Microbiology 44:185–95. https://doi.org/10.1016/ j.fm.2014.06.008
4. Arrioja-Bretón, D., E. Mani-López, E., Palou, A., López-Malo. (2020). Antimicrobial activity and storage stability of cell-free supernatants from lactic acid bacteria and their applications with fresh beef. Food Control 115(3):107286.
5. Bermudez-Brito, M., Plaza-Díaz, J., MuñozQuezada, S., Gómez-Llorente, C., Gil, A. (2012). Probiotic mechanisms of action. Ann Nutr Metab, 61: 160–174.
6. Cortés-Martín, A., Selma, M.V., Tomás-Barberán, F.A., González-Sarrías, A., Espín, J.C. (2020). Where to look into the puzzle of polyphenols and health? The Postbiotics and gut microbiota associated with human metabotypes. Mol Nutr Food Res, 64: e1900952. doi: 10.1002/mnfr.201900952
7. Cuevas-González, P.F., Liceaga, A.M., AguilarToalá, J.E. (2020). Postbiotics and paraprobiotics: From concepts to applications. Food Res Int, 136: 109502. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109502
8. Çalışkan, G., & Özdoğan, Y. (2019). Probiyotiklerin Metabolik Yan Ürünü: Postbiyotikler .*5. Science,Technology & Innovation Congress*.
9. de Almada, C. N., Nunes de Almada, C., Martinez, R. C. R., & Sant'Ana, A. D. S. (2015). Characterization of the intestinal microbiota and its interaction with probiotics and health impacts. Applied Microbiology and Biotechnology, 99(10), 4175-4199.
10. Dışhan, A., Gönülalan, Z., & Dokuzcu, D. (2022). Mevcut Postbiyotik Sınıfları ve Sağlık Etkileşimleri.*Beslenme ve Diyet Dergisi*.
11. Dilara, S. A. K., & SOYKUT, G. Biyotikler Ailesinin Yeni Üyesi: Postbiyotikler.*Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*,*3*(3), 259-272.
12. Doğan, İ. S., Akbaş, Ö., Tunçtürk, Y. (2012). Yağı azaltılmış kek üretiminde ekzopolisakkarit kullanımı. Gıda, 37(3), 141-148.
13. Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization FAO/WHO. (2002). Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food. Joint FAO/WHO Working Group Report on Drafting Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food London, Ontario, Canada, April 30 and May 1, 2002. http://www.who.int/foodsafety/ fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf (Accessed: 20 November 2022).
14. Gökırmaklı, Ç., Üçgül, B., & Seydim, Z. (2021). Fonksiyonel Gıda Kavramına Yeni Bir Bakış: Postbiyotikler. *Gıda*, *46*(4), 872-882.
15. Gündüz, G. T., & Öztürk, Z. 2018. Gıda Kaynaklı Patojenlerin İnhibisyonunda Probiyotik Mikroorganizmaların Kullanımı. *Gıda*, *43*(4), 533-548.
16. Gürsoy, O., & Kınık, Ö. (2006). Peynir Üretiminde Probiyotik Bakterilerin Kullanımı: Probiyotik Peynir. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*,*12*(1), 105-116.
17. Hosseini, S. A., Abbasi, A., Sabahi, S., & Khani, N. (2021). Application of Postbiotics Produced By Lactic Acid Bacteria in the Development of Active Food Packaging. Biointerface Research in Applied Chemistry 6164-

6183. https://doi.org/ 10.33263/BRIAC125.61646183
18. İçier, S., Güzelcan, C., Hıdır, Ş., & Türköz, BK (2022). Postbiyotikler ve Gıda Endüstrisinde Kullanım Alanları. *Gıda*,*47*2), 252-265.
19. Kechagia, M., Basoulis, D., Konstantopoulou, S., Dimitriadi, D., Gyftopoulou, K., Skarmoutsou, N., Fakir, E.M. (2013). Health benefits of probiotics: A review. ISRN Nutrition, 1-7.
20. Kuley, E., Kuscu, M. M., Durmus, M., Ucar, Y. (2021). Inhibitory activity of Comicroencapsulation of cell free supernatant from Lactobacillus plantarum with propolis extracts towards fish spoilage bacteria. LWT, 146, 111433.
21. Lynch, K. M., Coffey, A., Arendt, E. K. (2018). Exopolysaccharide producing lactic acid bacteria: Their techno-functional role and potential application in gluten-free bread products. Food research international, 110, 52-61. https://doi.org/ 10.1016/j.foodres.2017.03.012
22. Malheiros, Patrícia S., Iolanda M. Cuccovia, ve Bernadette D. G. M. Franco. (2016). Inhibition of Listeria monocytogenes in vitro and in goat milk by liposomal nanovesicles containing bacteriocins produced by Lactobacillus sakei subsp. sakei 2a. Food Control 63:158–64. https://doi.org/10.1016/ j.foodcont.2015.11.0377
23. Mantovan, J., Bersaneti, G. T., Faria-Tischer, P. C., Celligoi, M. A. P. C., & Mali, S. (2018). Use of microbial levan in edible films based on cassava starch. Food Packaging and Shelf Life, 18, 31-36. https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.08.003
24. Moradi, M., Tajik, H., Mardani, K., & Ezati, P. (2019)a. Efficacy of lyophilized cell-free supernatant of Lactobacillus salivarius (Ls-BU2) on Escherichia coli and shelf life of ground beef. In Veterinary Research Forum (Vol. 10, No. 3, p. 193). Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran. 10.30466/ vrf.2019.101419.2417
25. Moradi, M., Mardani, K., & Tajik, H. (2019)b. Characterization and application of postbiotics of Lactobacillus spp. on Listeria monocytogenes in vitro and in food models. LWT, 111, 457-464.
26. Moradi, M., Molaei, R., & Guimarães, J. T. (2021). A review on preparation and chemical analysis of postbiotics from lactic acid bacteria. Enzyme and Microbial Technology, 143, 109722.. https://doi.org/10.1016/j.enzmictec. 2020.109722
27. Nalbant, D., & Yüceer, Y. (2020). İnek ve Keçi Sütü Kullanılarak Üretilen Probiyotik Fermente Süt Ürünlerinin Karakteristik Özellikleri. *Gıda*,*45*(2), 315-328.
28. Nataraj, B. H., Ali, S. A., Behare, P. V., Yadav, H. (2020). Postbiotics-parabiotics: the new horizons in microbial biotherapy and functional foods. Microb Cell Fact, 19(1),: 1-22, doi: 10.1186/s12934- 020-01426-w.
29. Pandey, K. R., Naik, S.R., Vakil, B.V. (2015). Probiotics, prebiotics and synbiotics-a review. J Food Sci Technol 52(12): 7577-7587, doi: 10.1007/s13197-015-1921-1.
30. Pinilla, C. M. B., Brandelli, A. (2016). Antimicrobial activity of nanoliposomes coencapsulating nisin and garlic extract against Gram-positive and Gram-negative bacteria in milk. Innovative food science & emerging technologies, 36, 287-293. https://doi.org/10.1016/ j.ifset.2016.07.017
31. Rad, A. H., Aghebati-Maleki, L., Kafil, H. S., Gilani, N., Abbasi, A., Khani, N. (2021). Postbiotics, as dynamic biomolecules, and their promising role in promoting food safety. Biointerface Res Appl Chem, 11, 14529- 14544. https://doi.org/10.33263/ BRIAC116.1452914544
32. Rad, A.H., Maleki, L.A., Kafil, H.S., Zavoshti, H.F., Abbasi, A. (2020a). Postbiotics as novel health-promoting ingredients in functional foods. Health Promot Perspect, 10(1): 3–4. doi: 10.15171/hpp.2020.02
33. Ruengvisesh, S., Khunrae, P., Rattanarojpong, T., Jongruja, N. (2020). The combined effect of formic acid and Nisin on potato spoilage. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 24, 101523. https://doi.org/10.1016/j.bcab.2020.101523
34. Rühmkorf, C., Rübsam, H., Becker, T., Bork, C., Voiges, K., Mischnick, P., Brandt M.J., Vogel, R. F. (2012). Effect of structurally different microbial homoexopolysaccharides on the quality of gluten-free bread. European Food Research and Technology, 235(1), 139-146.
35. Ryan, P. M., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., Caplice, N. M., & Stanton, C. (2015). Sugar-coated: exopolysaccharide producing lactic acid bacteria for food and human health applications. Food & function, 6(3), 679-693. https://doi.org/10.1039/ C4FO00529E
36. Sharma, P., Tomar, S.K., Goswami, P., Sangwan, V., Singh, R. (2014). Antibiotic resistance among commercially available probiotics. Food Res Int, 57: 176–195.
37. Shenderov, B.A., Sinitsa, A.V., Zakharchenko, M.M., Lang, C. (2020). Methods and techniques used for

obtaining and identifying of microbial low molecular weight cellular compounds, metabolites and signaling molecules. In: Metabiotics, Springer, Cham, Switzerland, pp. 55- 56, Online ISBN: 978-3-030-34167-1, doi: 10.1007/978-3-030-34167-1
38. Soykut, G., & Sak, D. (2021). Biyotikler Ailesinin Yeni Üyesi: Postbiyotikler.*Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*. Retrieved from
39. Şengün, İ.Y., & Yahşi, Y. (2021).Probiyotiklerin Meyve ve Sebze Bazlı İçeceklerde Kullanımı *Akademik Gıda*, *19*(2), 208-220.
40.Taşdemir, A. (2017). Probiyotikler, prebiyotikler, sinbiyotikler. *Sağlık Akademisi Kastamonu*, *2*(1), 71-88.
41.Tenea, G. N., Guaña, J. M. (2019). Inhibitory substances produced by native Lactobacillus plantarum UTNCys5-4 control microbial population growth in meat. Journal of Food Quality, 2019. https://doi.org/10.1155/2019/9516981
42. Tenea G. N., Pozo T.D. (2019). Antimicrobial Peptides from Lactobacillus plantarum UTNGt2 Prevent Harmful Bacteria Growth on Fresh Tomatoes. J. Microbiol. Biotechnol. 29:1553- 1560. https://doi.org/10.4014/jmb.1904.04063
43. Tumbarski, Y., Nikolova, R., Petkova, N., Ivanov, I., & Lante, A. (2019). Biopreservation of Fresh Strawberries by Carboxymethyl Cellulose Edible Coatings Enriched with a Bacteriocin from Bacillus methylotrophicus BM47. Food technology and biotechnology, 5 (2), 230–237. https://doi.org/ 10.17113/ftb.57.02.19.6128
44. Ünal, E. Erginkaya, Z. (2010). Probiyotik mikroorganizmaların mikroenkapsülasyonu. Gıda, 35(4), 297-304.
45. Wegh, C.A.M., Geerlings, S.Y., Knol, J., Roeselers, G., Belzer, C. (2019). Postbiotics and their potential applications in early life nutrition and beyond. Int J Mol Sci, 20(19): 4673. doi: 10.3390/ijms20194673.
46. Yang, Tongxiang, Kongyang Wu, Fang Wang, Xiaolin Liang, Qingsu Liu, Guanlin Li, ve Quanyang Li. (2014). Effect of exopolysaccharides from lactic acid bacteria on the texture and microstructure of buffalo yoghurt. International Dairy Journal 34(2):252–56. https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2013.08.007
47. Zhu, L., Shimada, T., Chen, R., Lu, M., Zhang, Q., Lu, W., Yin, M., Enomoto, T., & Cheng, L. (2012). Effects of lysed Enterococcus faecalis FK-23 on experimental allergic rhinitis in a murine model. *Journal of Biomedical Research, 26*(3), 226-234.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Demleme süresinin bazı bitki çaylarındaki antioksidan aktivite ve fenolik bileşen miktarına etkisi

Fadime Seyrekoğlu[1] (https://orcid.org/ 0000-0001-9787-4115)

[*1]Amasya Üniversitesi, Suluova MeslekYüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Amasya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:fadime.tokatli@amasya.edu.tr

Özet

Günümüzde tıbbi aromatik bitkilerin ve bu bitkilerden elde edilen ürünlerin kullanımı giderek artış göstermektedir. Özellikle içerdikleri fenolik bileşenler ve gösterdikleri antioksidan aktivite bu bitkilerin hayatımızda yaygınlaşmasına sebep olmaktadır. Sağlık üzerinde birçok faydası olması çay olarak tüketimlerini de arttırmaktadır. Günlük hayatta paket hazır çayların kullanımı oldukça fazladır. Bu çalışmada bergamot aromalı yeşil çay, ada çayı (*Salvia officinalis*) ve karışık bitki çayı kullanılmıştır. Bitki çayları piyasadan temin edilmiştir ve demleme işlemleri farklı sürelerde; 5,7.5, 10 dakikada gerçekleştirilmiştir. Bütün çay örneklerinde kaynamış su kullanılmıştır. Paket bitki çayına 100 mL kaynamış su eklenmiştir ve 5,7.5, 10 dakika demleme işlemi uygulanmıştır. Elde edilen bütün çay örneklerinde DPPH radikal süpürme aktivitesi ve toplam fenolik madde analizleri yapılmıştır. Toplam fenolik madde miktarını incelediğimizde; en yüksek fenolik madde miktarı 10 dk demleme ile elde edilen yeşil çayda 1244.3 mg $_{GAE}$/mL iken en düşük fenolik madde miktarı ise 5 dk demleme ile elde edilen karışık bitki çayında 284.3 mg $_{GAE}$/mL olarak tespit edilmiştir. DPPH radikal süpürme aktivitesi değerleri incelendiğinde ise; en yüksek DPPH radikal süpürme aktivitesi 5 dk demleme ile elde edilen yeşil çayda %80.10, en düşük DPPH radikal süpürme aktivitesi ise 5 dk demleme ile elde edilen karışık bitki çayında %46.8 olarak hesaplanmıştır. Toplam fenolik madde miktarı değerlerine baktığımızda; yeşil çayda demleme süresi arttıkça artmış, ada çayında önce azalmış sonra artmıştır, karışık bitki çayında ise önce artmış sonra azalmıştır. DPPH radikal süpürme aktivitesinde ise; demleme süresi arttıkça yeşil çayda azalmış, ada çayında önce azalmış sonra artmış, karışık bitki çayında ise önce artmış sonra azalmıştır. Yeşil çayda 7.5 dakika, ada çayında 5 dakika ve karışık bitki çayında da 7.5 dakika demleme süreleri en iyi sonuçları vermiştir. Hazır çayları tüketirken hazırlama prosedürlerinde bu hususlara dikkat etmemiz önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Yeşil çay, ada çayı, antioksidan, fenolik

The Effect of brewing time on antioxidant activity and phenolic compounds in some herbal teas.

Abstract

Today, the use of medicinal aromatic plants and products derived from these plants is increasing. Especially the phenolic components and the antioxidant activity their show cause these plants to become widespread in our lives. These plants have many health benefits, it also increases their consumption as tea. The use of packaged instant teas in daily life is quite high. In this study, bergamot flavored green tea, *Salvia officinalis* and mixed herbal tea were used. Herbal teas were supplied from the market and the brewing processes were performed at different durations; It was carried out in 5,7.5, 10 minutes. Boiled water was used in all samples of tea. 100 mL of boiled water was added to the packaged herbal tea and brewed for 5,7.5, 10 minutes. DPPH radical scavenging activity and total phenolic content analyzes were made in all samples of tea obtained. When we examine the total amount of phenolic substance; the highest amount of phenolic content was determined as 1244.3 mg GAE / ml in green tea obtained with 10 minutes of brewed , while the lowest amount of phenolic content was determined as 284.3 mg GAE / ml in mixed herbal tea obtained with 5 minutes of brewing. When the DPPH radical scavenging activity values are examined; the highest DPPH radical scavenging activity was calculated as 80.10% in green tea obtained with 5 minutes brewed but the lowest DPPH radical scavenging activity was calculated as 46.8% in mixed herbal tea obtained with 5 minutes brewed. When we investigate the total phenolic content values; It increased as the brewing time increased in green tea, first decreased and then increased in sage tea, and first increased and then decreased in mixed herbal tea. At DPPH radical scavenging activity values; as the brewing time increased, it

decreased in green tea, first decreased and then increased in *Salvia officinalis*, and first increased and then decreased in mixed herbal tea. Brewing durations of 7.5 minutes in green tea, 5 minutes in *Salvia officinalis* and 7.5 minutes in mixed herbal tea gave the best results. It is important that we pay attention to these issues in the preparation procedures while consuming ready-made teas.

Keywords: Green tea, *Salvia officinalis*, antioxidant, phenolic.

GİRİŞ

Koku ve tat özellikleri olan, ayrıca tedavi özelliklerinden dolayı ilaç olarak kullanılan bitkiler tıbbi ve aromatik bitkiler olarak isimlendirilmektedir (Karasu ve Öztürk, 2014). Tıbbı ve aromatik bitkiler içerisindeki biyoaktif bileşenlerden dolayı ilaç, gıda, boya, tarım, kozmetik gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Çay bitkisinin *Camelliasinensis* ve *Camelliaassamıca* olmak üzere iki çeşidi vardır. Yeşil çayda flavonoid grubundan polifenoller bol miktarda bulunmaktadır. Buna ilaveten polifenol grubundan kateşinler, kateşinlerden de epigallokateşin gallat (EGCG)'ın miktarları oldukça yüksektir. Ayrıca epigallokateşin (EGC), epikateşin gallat (ECG), epikateşin (EC), kateşin (C), gallokateşin (GC) ve gallokateşin gallat (GCG) da değişik miktarlarda bulunmaktadır. (Üstün ve Demirci, 2013). Siyah çay üretimi basamaklarında yapraklar kıvrılarak polifenol oksidaz ile oksidasyona uğrar; yeşil çay ise oksidasyona uğramadan üretildiği için okside olmamış zengin bir kateşin kaynağıdır (Elmas ve Gezer, 2019). Bergamot, *Citrusbergamia* olarak isimlendirilen turunçgillerden'dir. Çayların içerisinde aroma verici, tatlandırıcı ve hoş kokusundan dolayı kullanılmaktadır (Navara ve diğ. , 2015).

Adaçayı, *Lamiacceae* (Ballıbabagiller) familyası içerisinde yer alan Latince ismi *Salviafruticosa* olan kokulu bitkilerdendir. Ada çayı sağlığa faydalıdır ve bu özelliğinden dolayı tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Adaçayı antibakteriyel, antifungal, antiviral, antiseptik, analjezik, antioksidan, antispazmotik gibi birçok biyolojik özelliğe sahiptir (Yağcıoğlu, 2015). Adaçayındaki uçucu yağların bileşenleri mono-seskiterpen hidrokarbonlar ve oksijenli monoterpenlerdir (Elmas ve Elmas, 2021). Fenolik asitler, flovonoidler, kafeik asit ve rosmarinik asit açısından zengindir ve ada çayının uçucu yağı çoğunlukla hidroksilasyon yöntemi ile elde edilir (Elmas ve Elmas, 2021).

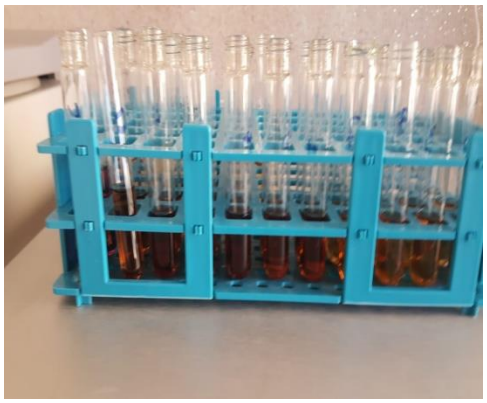
Karışık çay, içerisine farklı bitkiler konularak hazırlanan bir çok amaç için kullanılan çaylardır. Genellikle rezene, kiraz sapı, sinameki, yeşil çay, adaçayı, zencefil gibi bitkilerin bir araya getirilerek oluşturulduğu çay türüdür. Sinameki bitkisi *Caesalpiniaceae* familyasından Latince ismi *Cassiaangustifolia* olan bitki türüdür. İçerisinde flavonoidler bulunur, antioksidan özellik yönünden zengindir ve tıbbi olarak da kullanılmaktadır (Laghari ve diğ., 2011). Rezene bitkisi, Latince *Foeniculumvulgare* olarak bilinen *Apiceae* familyasındandır (Haşimi ve diğ., 2015). Rezene bitkisinin taze yaprakları sebze olarak tüketilmekte, tohumundan elde edilen uçucu yağ ve bileşenleri ise gıda endüstrisinde, eczacılık sektöründe, parfümeri ve kozmetik sanayinde kullanılmaktadır (Uzun, 2011).

Kiraz bitkisi, *Cerasusavium* olarak isimlendirilir. Kiraz bitkisinin meyve sapları fenolik asit, flavonoid, antosiyanin, tanen ve karotenoid gibi metabolitler yönünden zengindir (Kendir ve Koroğlu, 2019). Öksürük, soğuk algınlığı gibi tıbbı sorunlarda kullanılır. Metabolitler yönünden zengin olmasından dolayı karışık bitki çayları içerisinde de bulunur. Zencefil bitkisi, *Zingiberaceae* familyasından Latince olarak *Zingiberofficinale* olarak adlandırılan bir bitkidir. Antienflamatuar, antioksidan, ağrıyı azaltma özellilerinden dolayı sağlık alanında ve yaygın olarak yemeklerde baharat olarak kullanılmaktadır (Bayar, 2020). Zencefilin yapısında polifenolik madde olarak gingerol yüksek miktarda bulunur. Ayrıca antioksidan özellikleri araştırıldığında C vitamini ve karotenoid yönünden de zengindir (Aktürk, 2013).

Materyal-Metod

Araştırmada kullanılan bergamot aromalı yeşil çay, ada çayı ve karışık bitki çayları Amasya'nın Suluova ilçesinde bulunan yerel bir aktardan temin edilmiştir. Paket çay formunda satın alınmıştır. Bitki çayları Amasya Üniversitesi Suluova Meslek Yüksek Okulu laboratuvarında hazırlanmıştır. Bitki çaylarına demleme ve süzme işlemleri sırasıyla uygulanmıştır. Bergamot aromalı yeşil çay, ada çayı ve karışık bitki çayları üzerine 100 ml kaynamış su eklemiştir. Bütün çay örneklerinde 5, 7.5, 10 dakika farklı demleme süreleri kullanılmıştır. Her örnek için sürenin bitiminde hazırlanan bitki çayı kaba filtre kağıdından geçirilerek çay örnekleri elde edilmiştir. Çay örneklerine toplam fenolik bileşen ve % DPPH radikal süpürme aktivitesi testleri uygulanmıştır.






Şekil 1. Bitki Çaylarının Hazırlanması ve Uygulanan Analizler

1. **Toplam Fenolik Bileşen Analizi**

50 µl bitki çayı örneğinden alınarak üzerine 950 µl saf su eklenmiştir. Üzerine 2.5 ml (%2'lik) sodium karbonat ve 500 µl folin eklenerek test tüpleri 5 saniye vortekslenmiştir. Hazırlanan örnekler karanlık ortamda 40 dakika inkübe edilmiştir. Süre bittikten sonar örneklerin spektrofotometrede 725 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Standart olarak gallik asit kullanılmıştır. Örneklerin toplam fenolik içeriği gallik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmıştır (Ardağ, 2008).

2. **DPPH Radikal Süpürme Aktivitesi Tayini**

0,2 mL bitki çayı örneklerinden alınarak üzerine 3 mL etanol ilave edilmiştir. Daha sonra bu karışıma (1mM) 375ul DPPH'in etanoldeki çözeltisi eklenmiştir. Hazırlanan karışım kuvvetlice çalkalanarak 30 dakika oda sıcaklığında karanlıkta inkübe edilmiştir. Süre bittikten sonra örneklerin spektrofotometrede 517 nm'de absorbansları ölçülmüştür. (Thermo scientific, Ceneys 10S UV –VIS spektrofotometre). Reaksiyon sonucu spektrofotometrede okunan en düşük absorbans, en yüksek serbest radikal süpürme aktivtesini göstermektedir. Yüzde DPPH süpürücü etkisi aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Ardağ, 2008).

Radikal süpürücü etkisi % = { A_K-$A_{Ö}$ /A_K} X100

A_K: Kontrol örnek absorbans değeri

$A_{Ö}$: Örnek absorbans değeri

Tablo 1. Bergamot Aromalı Yeşil Çay, Ada Çayı ve Karışık Bitki Çayı Örneklerinin Farklı Demleme Sürelerinde Toplam Fenolik Bileşen Miktarı ve % DPPH Radikal Süpürme Aktivite Değerleri

Örnek	Toplam Fenolik Madde miktarı (mg/g GAE)	DPPH (%inhibisyon)
B 5	964,30[c]	80,10[a]
B 7.5	1064,30[b]	77,85[b]
B 10	1244,30[a]	74,14[c]
A 5	444,30[f]	73,26[d]
A 7.5	424,30[g]	55,60[f]
A 10	734,30[d]	62,99[e]
K 5	284,30[ı]	46,80[g]
K 7.5	524,30[e]	77,75[b]
K 10	394,30[h]	73,76[d]
SE	1.245	0,734
P	0,004	0,000

a-ı : Aynı sütünda farklı üst simgelere sahip ortalamalar önemli ölçüde farklılık göstermektedir. ($p<0.05$). SE: standart hata

B 5: 5 dk demleme ile elde edilen bergamot aromalı yeşil çay, B 7.5: 7,5 dk demleme ile elde edilen bergamot aromalı yeşil çay, B 10: 10 dk demleme ile elde edilen bergamot aromalı yeşil çay, A 5: 5 dk demleme ile elde edilen ada çayı, A 7,5: 7,5 dk demleme ile elde edilen ada çayı, A 10: 10 dk demleme ile elde edilen ada çayı, K 5: 5 dk demleme ile elde edilen karışık bitki çayı, K 7,5: 7,5 dk demleme ile elde edilen karışık bitki çayı, K 10: 10 dk demleme ile elde edilen karışık bitki çayını ifade etmektedir.

BULGULAR

Toplam fenolik bileşen miktarlarını incelediğimizde örnekler arasında istatistiksel olarak farklılıklar olduğu görülmektedir. En yüksek fenolik madde miktarı 10 dakika demleme ile elde edilen bergamot aromalı yeşil çayda 1244,30 mg $_{GAE}$/ml olarak gözlemlenirken en düşük fenolik madde miktarı 5 dakika demleme ile elde edilen karışık bitki çayında 284,30 mg $_{GA}$/ml olarak görülmektedir. Bergamot aromalı yeşil çay da demleme süresi arttıkça fenolik madde miktarı artmıştır. Ada çayında fenolik madde miktarı önce azalmış sonra artmıştır. Karışık bitki çayında fenolik madde miktarı önce artmış sonra azalmıştır.

% DPPH inhibisyon miktarı incelendiğinde elde edilen veriler arasında istatistiksel farklılıklar mevcuttur. En yüksek DPPH radikal süpürme aktivitesi 5 dakika demleme ile elde edilen bergamot aromalı yeşil çayda %80,10 olarak hesaplanırken, en düşük %DPPH radikal süpürme aktivitesi 5 dakika demleme ile elde edilen karışık bitki çayında %46,80 olarak hesaplanmıştır. Demleme süresinin artışı ile bergamot aromalı yeşil çayda % DPPH inhibisyon miktarı azalmıştır. Ada çayında %DPPH inhibisyon miktarı demleme süresi ile önce azalmış, sonra artmıştır. Karışık bitki çayında %DPPH inhibisyon miktarı demleme süresi ile önce artmış, sonra azalmıştır.

TARTIŞMA

Çay örneklerinde en yüksek fenolik bileşen miktarı demleme süresi ile doğru orantılı olarak artmamakta değişkenlik göstermektedir. Artan demleme süresi ile fenolik bileşen miktarı yeşil çay ve ada çayında artarken karışık bitki çayında azalmıştır. % DPPH inhibisyon aktivite değerleri de süre ile doğru orantılı değildir. Yeşil çayda süre artıkça azalmış, ada çayında süre arttıkça önce azalmış sonra artmış, karışık çayda önce artmış sonra azalmıştır. Çayların içeriğinde bulunan biyoaktif bileşenlerin farklı miktarda olması çayların farklı miktarda fenolik madde miktarına sebep olmaktadır. Bergamot aromalı yeşil çayda fenolik bileşen oranının süre artıkça artması gözlemlenirken % DPPH inhibisyon aktivitesinde tam tersi bir durum gözlenmiştir. Ada çayı ve karışık bitki çayında da benzer durumlar tespit edilmiştir. Yeşil çay ve ada çayında bulunan antioksidan aktiviteden sorumlu bileşikler; sıcaklıktan olumsuz etkilenerek sürenin artışı ile olumsuz etkilenmiştir.

Çaylarla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde benzerlikler ve farklılıklar görülmektedir. Yeşil çayın fenolik bileşikleri üzerine farklı demleme yöntemlerinin etkisinin incelendiği çalışmada en yüksek fenolik madde miktarı 10 g yeşil çayın 15 dk demlenmesi ile 3,561 mg/GAE mL, en düşük fenolik madde miktarı ise 5 g çayın 5 dk demlenmesi ile 1,593 mg GAE/mL olarak hesaplanmıştır (Sürücü, 2022). Çeşitli bitki çaylarının kullanıldığı farklı

bir çalışmada ise melisa çayı, kuşburnu, rezene, papatya çayı ve beyaz çayda demleme sürelerinin paket çaylar üzerindeki etkileri incelenmiştir ve süre arttıkça antioksidan aktivitede artış gözlemlenmiştir (Yılmaz ve diğ. 2021). Çalışmamızda bulduğumuz sonuçlar Sürücü ile benzerlik gösterirken, Yılmaz ile farklılıklar göstermektedir. Çalışmada kullanılan çaylar, yapısında bulunan biyoaktif bileşenler ve miktarları, çay hazırlama proseslerindeki değişiklikler bu farklılıkların temel sebebidir.

SONUÇ

Tıbbı aromatik bitkilerin kullanım alanları gelişerek artmaktadır. Çay olarak kullanımları da bitkilerin tek olarak veya birkaç bitkinin bir araya getirilerek oluşturulması ile sağlanmaktadır. Bitki çaylarında demleme süresinin fenolik bileşen ve %DPPH aktiviteye etkisi farklı demleme süreleri denerek optimum demleme süresi belirlenmeye çalışılmıştır. Yeşil çayda 7.5 dakika, ada çayında 5 dakika ve karışık bitki çayında da 7.5 dakika demleme süreleri en iyi sonuçları vermiştir. Yapılan çalışmada farklı bitki çayları için maksimum şekilde yararlanılacak en iyi demleme süreleri belirlenip literatüre sunulmuştur. Böylelikle sağlık açısından en iyi yararlanılacak bitki çayları ve bu çayların en verimli demleme süreleri belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmalar endüstriye aktarılıp farklı paket çayları için hazırlama ve demleme süreleri paketlerin üzerinde belirtilmelidir. Böylece çayları tüketirken maksimum fayda sağlamış oluruz.

KAYNAKLAR

1. Aktürk, Ö. (2013). Zencefil ve domatesin antioksidan özellikleri üzerine çeşitli kurutma yöntemlerinin etkisi.
2. Ardağ, A. (2008). *Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinin analitik açıdan karşılaştırılması* (Master'sthesis, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü)
3. Bayar, F. U. (2020). Doğadan gelen mucize: Zencefil (Zingiberofficinale). *Bahçe*, *49*(2), 99-110.
4. Elmas, S.,& Elmas, O. (2021). Salviafruticosa'nın (Anadolu adaçayı) terapötik etkileri. *International Journal of Life SciencesandBiotechnology*, *4*(1), 114-137
5. Elmas, C.,& Gezer, C. (2019). Çay Bitkisinin (Camelliasinensis) Bileşimi ve Sağlık Etkileri. *Akademik Gıda*, *17*(3), 417-428.
6. Haşimi, N., Kızıl, S., &Tolan, V. (2015). Rezene ve adaçayı uçucu yağlarının antimikrobiyal aktivitesi üzerine bir araştırma. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, *5*(2), 227-235.
7. Karasu, K.,& Öztürk, E. (2014). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kanatlılarda antioksidan ve antimikrobiyal etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, *1*(Özel Sayı-2), 1766-1772.
8. Kendir, G.,&Koroglu, A. (2019). Investigation of morphologicalandanatomicalfeatures of herbalmaterialssoldunderthe name of "Kiraz Sapı".
9. Laghari, AQ, Memon, S.,Nelofar, A. ve Laghari, AH (2011). Cassiaangustifolia'nın yaprak ve çiçeklerinden flavonoid açısından zengin fraksiyonlarınekstraksiyonu, tanımlanması ve antioksidan özellikleri. *AmericanJournal of AnalyticalChemistry* , *2* (08), 871.
10. Navarra, M.,Mannucci, C., Delbò, M., &Calapai, G. (2015). Citrusbergamiaessentialoil: frombasicresearchtoclinicalapplication. *Frontiers in pharmacology*, *6*, 36.
11. Sürücü, C.G., 2022. Farklı Demleme Yöntemlerinin Yeşil Çayın FEnolik Bileşikler ve Aroma Değerleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
12. Uzun, A. (2011). Orta Karadeniz Bölgesi için geliştirilen rezene (FoeniculumvulgareMill. var. dulce) hatlarının bazı tarımsal özellikleri bakımından incelenmesi.
13. Üstün, Ç.,& Demirci, N. (2013). Çay bitkisinin (camelliasınensıs l.) tarihsel gelişimi ve tıbbi açıdan değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, *3*(3), 5-12.
14. Yağcıoğlu, P. (2015). Farklı ekstraksiyon metotları ile adaçayı (Salviaofficinalis L.) bitkisinden antioksidan ekstraksiyonunun optimizasyonu (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
15. Yılmaz, C. et al., (2021). Su Kalitesi ve Demleme Şeklinin Bitkisel Çaylarda Toplam Antioksidan Kapasite Üzerine Etkisi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 24(5), 921-929.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Investigation of hydrogen storage thermodynamics of naphthalene surface via palladium and platinum transition metals

Caglar Celik Bayar[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2293-2963), Betul Uzer[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5443-036X), Murat Erk[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8661-8749)

[1]Zonguldak Bulent Ecevit University, Faculty of Engineering, Metallurgical and Materials Engineering Department, Zonguldak, Turkey.

*Corresponding author e-mail: caglarbayar@gmail.com, caglarbayar@beun.edu.tr

Abstract
Hydrogen is the most abundant element in the universe and has an important place as an energy carrier because it has many important properties. For this reason, it is one of the promising alternative energy sources. Today, it is mostly used as an energy carrier. However, in order to use hydrogen in areas where it is needed, it must be stored. In this study, firstly, palladium (Pd) and platinum (Pt) metals were attached to naphthalene surface as monometallic and bimetallic for hydrogen storage. Then, the bonding energies of these metals to the surface were compared. In the second stage, the thermodynamics of hydrogen adsorption on metals bonded to the surface were studied. Adsorption energies on the surfaces were compared and relative hydrogen recovery times were discussed. Relative surface conductivities were analyzed via DOS graphs. All the calculations were performed with Gaussian'09 program software and DFT B3LYP/ LANL2DZ theoretical level. As a result, the modeled bimetallic naphthalene surface served as a more advantageous surface for hydrogen storage than monometallic naphthalene surfaces.
Keywords: Hydrogen storage, transition metals in hydrogen storage, monometallic carbon surface, bimetallic carbon surface, hydrogen recovery time, LANL2DZ.

INTRODUCTION

Hydrogen is the most abundant element in the universe and has an important place as an energy carrier today. For this reason, it stands out as one of the alternative energy sources both today and in the future. In order to be used as an energy carrier, it must be stored. Although hydrogen has a high energy capacity, it is a molecule with a very low volumetric energy density because it is very light. Compression and liquefaction can increase energy density, but this process is very costly (Gerboni and Salvador, 2009).The cheap and safe storage of hydrogen is an important problem today. It is very difficult to store hydrogen, especially in electric vehicles working with fuel cells.

Hydrogen storage technologies can be examined under two main groups as physical and chemical methods. In the first group, there are physical methods that include physical processes such as compression or liquefaction. With physical methods, there is no contact of H_2 molecules with the storage medium. In chemical methods, the interaction of H_2 with the storage medium is considered. Adsorption is one of the frequently used chemical methods for storage today, and carbon nano surfaces such as anthracene, pyrene, coronene, triangulene and graphene can adsorb H_2 molecules on their surfaces (Sharma et al., 2020). Transition metal decoration (Stadie et al., 2010; Huang et al., 2011; Chen et al., 2013; Baca et al., 2017) on the surface of such carbon nano structures are proven as an effective technique to enhance the H_2 uptake. Particularly, Pt is used as a base metal but the disadvantage is that it is expensive and hydrogen recovery is more difficult on platinum decorated surfaces because of its more negative H_2 adsorption energy. Alternatively, Pd and Ni are widely used as a functionalizing material on the carbon surfaces (Akilan et al., 2020).

In this study, the thermodynamics of hydrogen storage on the naphthalene surface was investigated. Such a study has not been included in the literature until now to the best of the knowledge. For this purpose, Pd as the main metal and Pt as the second metal were bonded to the naphthalene surface. Hydrogen adsorption tendencies of the designed monometallic and bimetallic surfaces were investigated. The binding and adsorption energies of the

surfaces were compared. The surface conductivity changes were examined with the help of Density of States (DOS) graphs. DFT B3LYP/LAN2LDZ theoretical method was used in the study.

METHODS

The gas phase computations were performed using Gaussian'09 program software (Frisch et al., 2009). The structures were optimized at DFT B3LYP/LANL2DZ theoretical level after performing the pre-optimizations at semi-empirical and Hartree-Fock levels. The binding energy was the energy released when Pd and Pt metal atoms interacted with the naphthalene surfaces. However, the adsorption energy was the energy released when the hydrogen molecule interacted with the Pd and Pt decorated naphthalene surfaces. Lastly, the calculations were corrected with basis set superposition error (BSSE) contributions (Ebrahimi et al., 2014) using the same DFT method. BSSE corrections used the Boys and Bernardi counterpoise technique (Ebrahimi et al., 2014) which originated from the overlap of the wave functions of the moieties (Mottishaw and Sun, 2013). The computations of the considered molecules had no imaginary frequencies which demonstrated that there were no transition states or saddle points on the potential energy surface. The calculations also included zero point energy corrections.

RESULTS AND DISCUSSION

Structure Optimizations

When constructing the starting molecules, the metal atom was placed 2.5 Å away from the center of one of the two identical naphthalene rings and then it was optimized. By placing it in the center, homogeneous electron density and equidistant conditions were provided. Then, H_2 molecules were attached to the optimized structures and the new structures were optimized again. The relevant optimized molecules were shown in Figure 1. In the figure, various symbolic names and abbreviations were used according to the type of the metal and the position on which it was attached to the naphthalene surface. The notations were similar to that of hydrogen adsorptions.

Binding and Adsorption Gibbs Free Energies

The binding and adsorption Gibbs free energies of the relevant molecules were demonstrated in Table 1. According to the results in the table, the binding energies were calculated as -7.9 kcal/mol for Naph-Pd, -27.1 kcal/mol for Naph-Pt and -57.8 kcal/mol for Naph-Pd-Pt surfaces. When these values were compared, it was concluded that Pt bonded to naphthalene surface stronger than Pd. In addition, Pd-Pt bimetallic bonding exhibited the most exothermic interaction which indicated that the interaction was more spontaneous. As a result, the bimetallic design provided an advantage in this sense.

Hydrogen adsorption energy was found to be -6.1 kcal/mol when hydrogen was bonded to Naph-Pd, and -24.0 kcal/mol when it was bonded to Naph-Pt. There was a tight adsorption on platinum, which was an indication that the recovery of H_2 from platinum surface was not that easy. In the case of Pd-Pt bimetallic surface, the adsorption energy value was less exothermic and increased to -5.6 kcal/mol. This was an advantage in terms of the ease of H_2 recovery because this value was even less exothermic than the value for Naph-Pd alone.

The results obtained from Table 1 were summarized as follows: The bimetallic bonding of Pd and Pt to the naphthalene surface was more stable than the individual monometallic bonding of these metals. In other words, when Pd and Pt were bonded to naphthalene at the same time, the binding to the surface was stronger. This was the first advantage obtained. The second advantage was that this bimetallic bonding adsorbed H_2 with weaker bonds and therefore H_2 recovery could be much easier when needed.

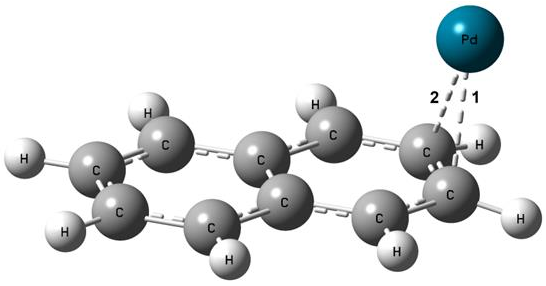
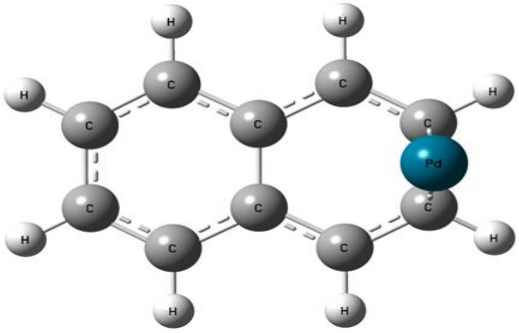
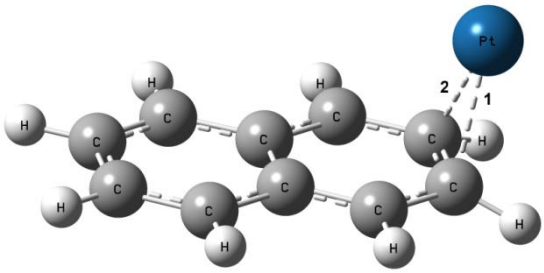
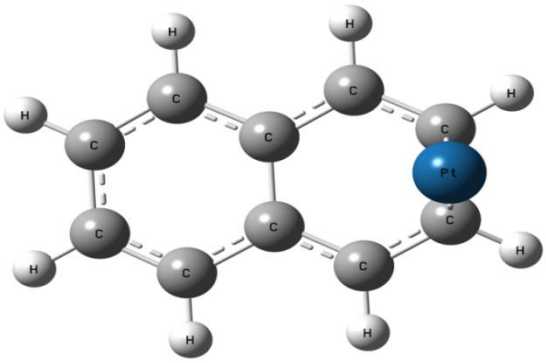
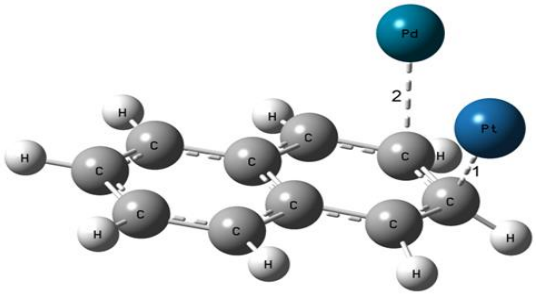
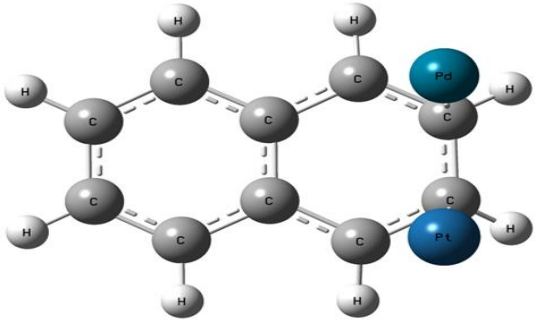
Side View	Top View
	
Naph-Pd d_1=2.28, d_2=2.27	Naph-Pd (B)
	
Naph-Pt d_1=d_2=2.15	Naph-Pt (B)
	
Naph-Pd-Pt d_1=2.09, d_2=2.16	Naph-Pd-Pt (T)

Figure 1. The optimized structures of monometallic and bimetallic Pd and Pt decorated naphthalene surfaces and their H_2 adsorbed forms (DFT B3LYP/LANL2DZ). Naph: Naphthalene, d: Distance in Å, B: Bridge, T: Top, HB: Horizontal Bridge, K-mode: Kubas mode (the mode in which the H_2 molecule was not dissociated and interacted with the metal atom as a whole molecule), D-mode: Dissociative mode (the mode in which the H_2 molecule is dissociated and formed a metal hydride bond).

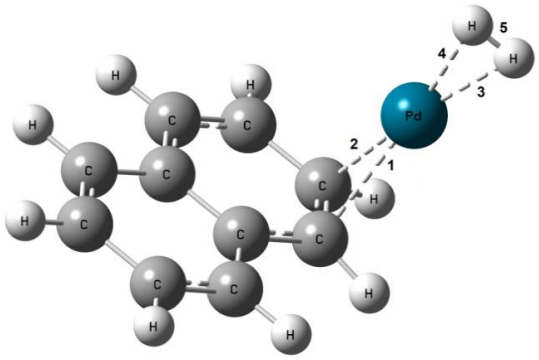
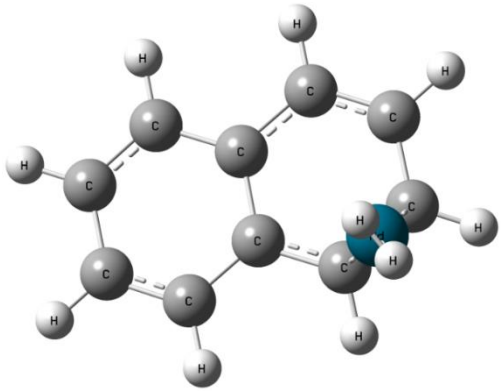
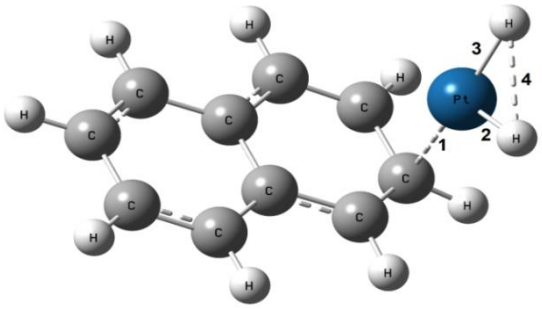
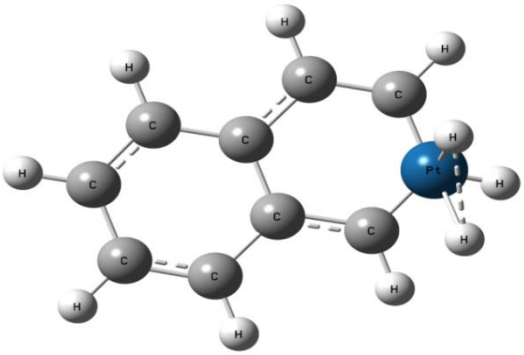
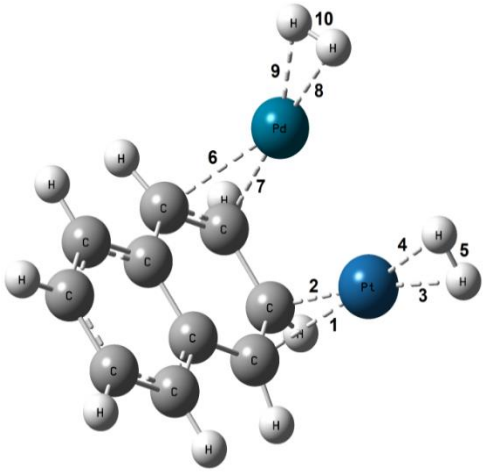
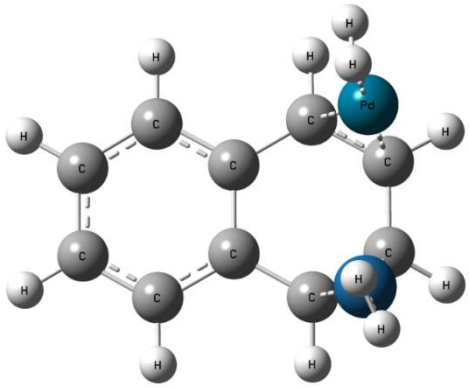
Side View	Top View
	
Naph-Pd-H_2 d_1=2.20, d_2=2.28, d_3=1.81, d_4=1.82, d_5=0.81	Naph-Pd-H_2 (HB, K-mode)
	
Naph-Pt-H_2 d_1=2.35, d_2=1.54, d_3=1.57, d_4=1.92	Naph-Pt-H_2 (D-mode)
	
Naph-Pd-H_2-Pt-H_2 d_1=2.26, d_2=2.21, d_3=d_4=1.71, d_5=0.90, d_6=2.34, d_7=2.20, d_8=d_9=1.85, d_{10}=0.81	Naph-Pd-H_2-Pt-H_2 (HB, K-mode)

Figure 1. Cont'd.

Table 1. Binding and adsorption Gibbs free energies of the considered molecules.

	ε_o+G_{corr} (au)	E_{BSSE} (au)	ΔG^o_b (au)	ΔG^o_b (kcal/mol)	ΔG^o_{ads} (au)	ΔG^o_{ads} (kcal/mol)
Pd	-126.72336					
Pt	-119.074337					
H_2	-1.17575					
Naph	-385.71541					
Naph-Pd	-512.45702	0.0056118	-0.012643	-7.9		
Naph-Pt	-504.83583	0.0028569	-0.043228	-27.1		
Naph-Pd-Pt	-631.61151	0.0063158	-0.092092	-57.8		
Naph-Pd-H_2	-513.64441	0.0019368			-0.0097032	-6.1
Naph-Pt-H_2	-506.058719	0.0088124			-0.038327	-24.0
Naph-Pd-H_2-Pt-H_2	-633.98495	0.0041390			-0.0089000	-5.6

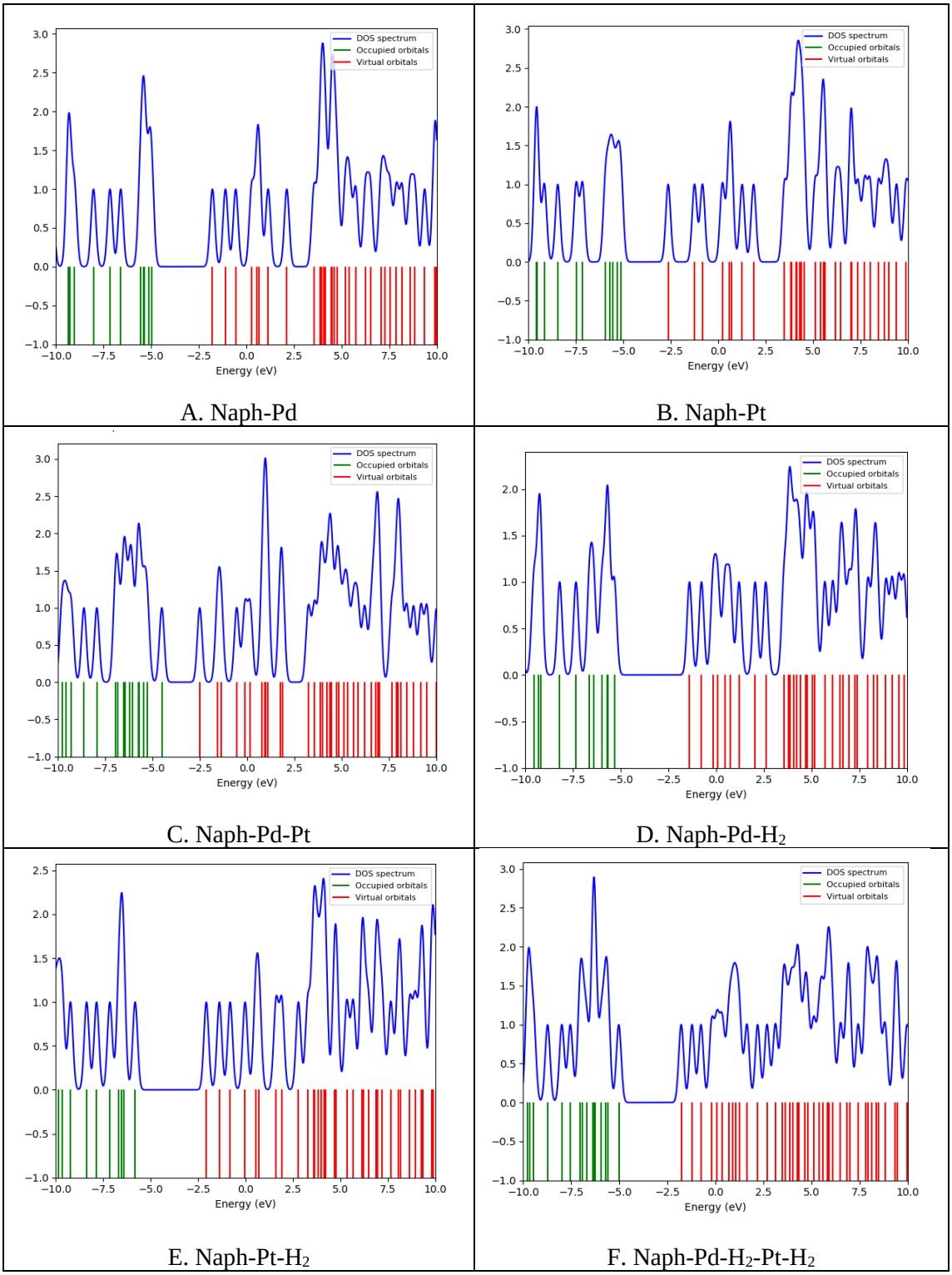
ε_o: Zero-point vibrational energy, G_{corr}: Corrected Gibbs free energy, au: atomic unit (1 au=627.5 kcal), E_{BSSE}: Basis set superposition error energy, ΔG^ob: Binding Gibbs free energy, ΔG^o_{ads}: Adsorption Gibbs free energy. The adsorption energy for Naph-Pd-H_2-Pt-H_2 molecule was calculated per one mole of H_2 adsorbed.

Conductivity Analyses

The conductivity analyses of the considered surfaces were performed using DOS graphs. The green bars in the graphs represented the occupied orbital energy levels of the molecules whereas the red bars represented the vacant orbital energy levels. The narrowing of the energy level gaps of the occupied and/or vacant orbitals gave information about the increased conductivity. Because the lower the energy difference between the orbitals, the more freely the free electrons that provide the conductivity could move within the orbitals.

Comparing the DOS graphs from A to E presented in Figure 2, the following outcomes could be obtained: In graph C, two metals were attached to the naphthalene surface and were not yet hydrogenated. The conductivity in C increased with respect to A and B which represented the monometallic naphthalene surfaces. The orbital gaps in C were narrowed relatively.

The same trend was also present in the D, E and F graphs representing the hydrogenated species. The hydrogenated bimetallic naphthalene surface was more conductive than hydrogenated monometallic naphthalene surfaces. Another interpretation was as follows: Any of the hydrogenated monometallic or bimetallic naphthalene surface was more conductive than its un-hydrogenated form. For example, D was more conductive than A and similarly F was more conductive than C.



A. Naph-Pd

B. Naph-Pt

C. Naph-Pd-Pt

D. Naph-Pd-H_2

E. Naph-Pt-H_2

F. Naph-Pd-H_2-Pt-H_2

Figure 2. The DOS graphs of the considered molecules.

CONCLUSION

When Pd and Pt transition metals were simultaneously attached to naphthalene and adsorbed hydrogen, it provided an advantage over the single use of these metals. The binary metal had both better bonding to the carbon surface and H_2 recovery potential. Since hydrogenation increased the conductivity of the designed surfaces, it was also possible to think of them as nano hydrogen sensors.

ACKNOWLEDGEMENTS

The corresponding author would like to thank to Zonguldak Bulent Ecevit University Scientific Research Projects Coordination Office for financial support (Project No. BAP-2020-77654622-03).

REFERENCES

Akilan R, Vinnarasi S, Mohanapriya S, Shankar R 2020. Reconnoitring the nature of interaction and effect of electric field on Pd/Pt/Ni decorated 5-8-5/55-77 defected graphene sheet for hydrogen storage. International Journal of Hydrogen Energy, 45(1): 744-763.

Baca M, Cendrowski K, Banach P, Michalkiewicz B, Mijowska E, Kalenczuk RJ, Zielinska B 2017. Effect of Pd loading on hydrogen storage properties of disordered mesoporous hollow carbon spheres. International Journal of Hydrogen Energy, 42(52): 30461-30469.

Chen C-H, Chung T-Y, Shen C-C, Yu M-S, Tsao C-S, Shi G-N, Huang C-C, Ger M-D, Lee W-L 2013. Hydrogen storage performance in palladium-doped graphene/carbon composites. International Journal of Hydrogen Energy, 38(9): 3681-3688.

Ebrahimi A, Karimi P, Akher FB, Behazin R, Mostafavi N 2014. Investigation of the π-π stacking interactions without direct electrostatic effects of substituents: The aromatic‖aromatic and aromatic‖anti-aromatic complexes. Molecular Physics, 112(7): 1047-1056.

Frisch MJ, Trucks WG, Schlegel HB, Scuseria GE, Robb MA, Cheeseman JR, Scalmani G, Barone V, et al. 2009. Gaussian'09, Revision A.02. Wallingford CT: Gaussian, Inc.

Gerboni R, Salvador E 2009. Hydrogen transportation systems: Elements of risk analysis. Energy, 34(12): 2223-2229.

Huang C-C, Pu N-W, Wang C-A, Huang J-C, Sung Y, Ger M-D 2011. Hydrogen storage in graphene decorated with Pd and Pt nano-particles using an electroless deposition technique. Separation and Purification Technology, 82: 210-215.

Mottishaw JD, Sun H 2013. Effects of aromatic trifluoromethylation, fluorination, and methylation on intermolecular π-π interactions. The Journal of Physical Chemistry A, 117(33): 7970-7979.

Sharma V, Kagdada HL, Wang J, Jha PK 2020. Hydrogen adsorption on pristine and platinum decorated graphene quantum dot: A first principle study. International Journal of Hydrogen Energy, 45(44): 23977-23987.

Stadie NP, Purewal JJ, Ahn CC, Fultz B 2010. Measurements of hydrogen spillover in platinum doped super activated carbon. Langmuir, 26(19): 15481-15485.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Kil zemin sınıfının hakim olduğu bir bölgenin, farklı deprem kayıtlarına göre deprem tepki analizi

Raziye Bozkurt[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7436-7014*)

[*1]İnşaat Mühendisliği Bölümü, Aksaray, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: drraziyebozkurt@gmail.com

Özet
Deprem, zemin tabakalarının özelliklerine göre yapısını etkileyen tekrarlı yükleme durumlarıdır. Şiddetine göre zemin profilini etkilemekte ve zemin genel yapısını değiştirerek, üzerinde bulunan yapıların hasar görmesine neden olmaktadır. Zamanının, şiddetinin ve zemin dinamik tepkisinin bilinememesi, konunun ciddiyetini arttırmaktadır. Bu nedenle zemin yapısı olası deprem durumlarına göre incelenmeli ve yapılar bu hassasiyetle inşa edilmelidir. Doğrusal, doğrusal olmayan ve eşdeğer lineer analizlerle tek boyutlu dinamik analizler yapılmaktadır. Bu çalışmada, yerel zemin sınıfı kil olan bir bölgede, farklı deprem kayıtları ile sismik analizler yapılarak, olası bir deprem anında zeminin nasıl bir davranış sergileyeceği yorumlanmıştır. Deprem ivmesine karşı kil zemin tabakalarının sönümleme oranları tespit edilmiştir. Bir boyutlu (1D) dinamik analizler DEEPSOIL yazılımı ile frekans tanım alanında, eşdeğer doğrusal analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Bölge depremselliği analizlerle incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deprem, Eşdeğer Lineer Analiz, Kil, Sismik Analizler

Earthquake response analysis based on different earthquake records of a region dominated by clay soil class

Abstract
Earthquakes are clyclic loading situations taht affect the structure of the soil layers according to their properties. Depending on its severity, it affects the ground layers and changes the general structure of the ground, causing damage to the structures on it. Not knowing the time, the violence and the reaction of the ground increases the seriousness of the issue. For this reason, the ground structure should be examined according to possible earthquake situations and the structures should be built with this sensitivity. One dimensional dynamic analyzes are performed with linear, nonlinear and equivalent linear analyzes. In this study, the behavior of the ground in a possible earthquake is interpreted by making seismic analyzes with different earthquake records in a region with local soil class of clay. The damping rates of clay soil layers against earthquake acceleration have been determined. One dimensional (1D) dynamic analyzes were analyzed as equivalent linear analysis in frequency domain with DEEPSOIL software.The seismicity of the region has been examined by analysis.

Keywords: Clay, Earthquake, Equivalent Linear Analysis, Seismic Analyzes

GİRİŞ

Deprem esnasında meydana gelen sismik dalgalar, zemin tabakaları arasında metrelerce yol alır. Bu etki, zemin tabaklarından geçerek yapı temeline ve daha sonrada zemin yüzeyine kadar ulaşır. Ulaşan sismik dalgalar, zemin profilinden geçerken sönümlenebileceği gibi, etkisi artarak deprem şiddeti de yükselebilir. Deprem ivmesi zeminin yatay katmanları boyunca, dikey yönde yüzeye kadar yayılım gösterir. Can ve mal kayıplarının önlenmesi için, deprem ivmesini profil tabakalarından geçerken sönümlenmesi beklenir. Fakat bu durum zemin türüne göre farklılık göstermektedir. Bunun anlaşılabilmesi için ise, zemin yapısının farklı deney ve analiz yöntemleri ile araştırılması gerekmektedir. Zemin depremselliğinin önceden bilinmesi, olası bir deprem anında zemininin nasıl bir davranış sergileyeceğinin tespit edilmesi açısından önemlidir.

Zemin depremselliğinin tespit edilmesinde; bölge zemininin topoğrafyası, ana kayanın genel yapısı, zemin cinsi, deprem şiddeti vb. faktörler önem arz etmektedir. Zeminin deprem anında sergileyeceği dinamik davranışın

bilinmesi, tasarım aşamasında da güvenlik açısından önemli bir husustur (Bozkurt, 2020a). Bunun yanı sıra bilinmelidir ki; zemin dinamik davranışı oldukça karmaşıktır. Bu karmaşıklığı önleyebilmek için boyutlu modellemeler yapılır ve deprem tepki analizleri, farklı yazılımlarla, zemine ait geoteknik parametreler kullanılarak analiz edilir. Geçmiş yıllarda yapılmış birçok benzer çalışma bulunmaktadır:

Puri vd., (2017), yaptıkları çalışmada, Hindistan Haryana bölgesi için eşdeğer lineer analiz yöntemi ile deprem tepki analizleri yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda, zemin büyütme değeri, tepki spektrum, derinlik-PGA, derinlik-deprem şiddeti grafikleri tespit edilmiştir. Analizler sonucunda olası bir deprem anında, zeminin dinamik etkileri arttırıcı bir davranış sergileyeceği düşünülerek, yapı tasarımlarında bu durumun dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Bozkurt vd., (2020a), eşdeğer lineer analiz yöntemini kullanarak, Aksaray Hamidiye bölgesinin depremselliğini incelemiştir ve zemin büyütme oranları 0.6-0.8 g aralığında tespit edilmiştir.

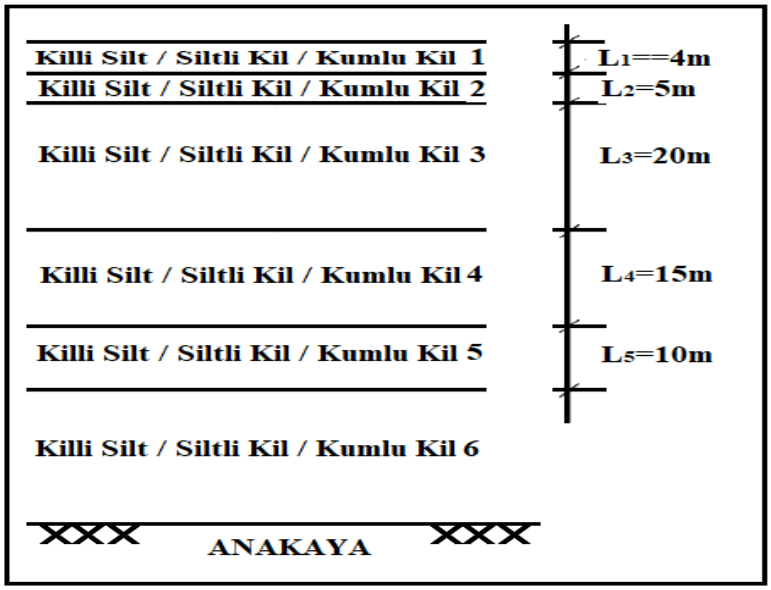
Bozkurt vd., (2020b), hazırladıkları çalışmada, homojen kumlu zemin profilinin deprem etkisi altındaki dinamik davranışını incelemiştir ve sönümleme oranları hesaplanmıştır.

Bu çalışmada ise, kil zemin türünün hakim olduğu bir bölgede bir boyutlu (1D) modellemelerle, "Eşdeğer Lineer Analiz Yöntemi" kullanılarak, DEEPSOIL yazılımı (Hashash vd., 2016) ile farklı deprem kayıtlarına göre analiz edilmiş ve bölgenin depremselliği yorumlanmıştır.

İNCELEME ALANININ GENEL ÖZELLİKLERİ

İnceleme alanında Siltli Kil / Kumlu Kil / Killi Silt birimleri yer almaktadır. Bu birimler; açık kahve-kahve–sarımsı açık kahve–koyu kahve ve bej renklidir. Birimler kıvam olarak çok katı ve sert bir yapıdadır. Birimler az çakıl formunda ve kalker çakıllarıdır. Çakıllar yarı köşeli–yuvarlak ve ince–orta tane boyutundadır. Zemin yapısında Kumlu Çakıllı Kil / Killi Kum / Killi Çakıllı Kum / Killi Kumlu Çakıl mercekleri bulunmaktadır. Birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemine (USCS) göre ağırlıkla CH ve CL; kumlu seviyelerde SC; siltli seviyelerde MH ve ML grupları gözlemlenmiştir.

İnceleme alanının idealize zemin profili, Şekil 1'de sunulmuştur. Bölge zemininin birim hacim ağırlığı γ_n =17.5–20.0 kN/m^3 aralığında değişmektedir ve ortalama temsili birim hacim ağırlığı değeri γ_n =18.5 kN/m^3 olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. İnceleme alanının idealize zemin profili

İNCELEME ALANININ DİNAMİK ETKİLERE KARŞI DAVRANIŞ ANALİZİ

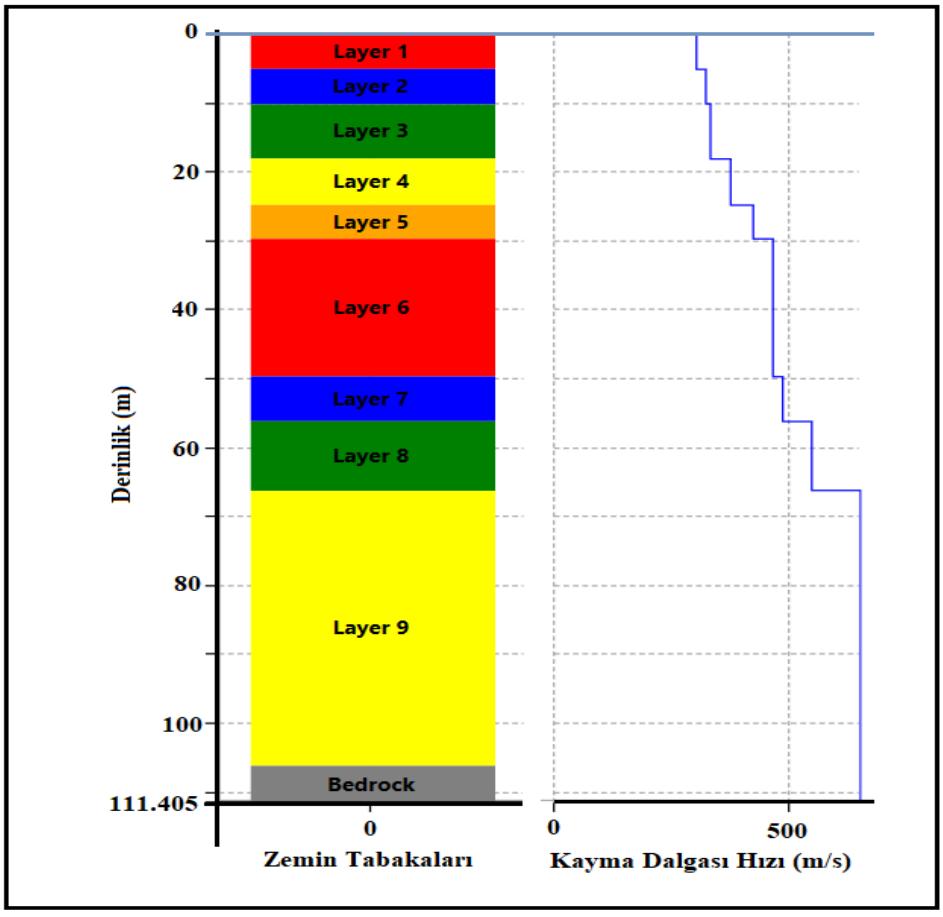
Bilindiği üzere; Türkiye önemli deprem kuşaklarından biri olan ve Azor Adalarından başlayıp, Güneydoğu Asya'ya kadar uzanan Alp-Himalaya deprem kuşağında yer almaktadır. Ayrıca, kuzey ve kuzeybatıya hareket

eden Afrika ve Arap plakları ile Avrasya plakası arasında bulunmaktadır. Bu plakların sıkışması sonucunda batıya ilerlemeye zorlanan Anadolu plakasının, Ege plakasını itmesiyle Ege graben sistemi meydana gelmiştir.

Türkiye'nin deprem kuşağında yer alması nedeniyle, deprem, ülkemizde önemli bir doğal afet olayıdır. Zamanının ve şiddetinin bilinememesinden dolayı, incelenmesi gereken bir konudur. Bu çalışmada da killi zemin sınıfının hakim olduğu bir bölgede, olası bir deprem anında zeminin dinamik etkiye karşı sergileyeceği davranış incelenmiştir. Analizlerde Hashash vd. (2016) tarafından geliştirilen DEEPSOIL yazılımı kullanılmıştır. Farklı zamanlarda meydana gelen deprem kayıtları kullanılarak, zemin profilleri kayma dalgası hızı değerleri dikkate alınarak tanımlanmış ve "Eşdeğer Doğrusal Analiz Yöntemi" kullanılarak bölge depremselliği analiz edilmiştir. Seçilen analiz yöntemi, nonlineer analiz çözümüne en yakın sonuçları verdiği için seçilmiştir. Analizler sonucunda olası bir deprem anında meydana gelen dinamik etkilere karşılık zemin profilinin nasıl bir davranış sergileyeceği yorumlanmıştır.

EŞDEĞER DOĞRUSAL ANALİZ YÖNTEMİ İLE DEPREMSELLİĞİN İNCELENMESİ

Analizlerde ilk olarak, "Eşdeğer Lineer Analiz Yöntemi" seçilmiştir. Analizler metrik sistemde gerçekleştirilmiştir. Sönüm oranı %5 olarak seçilmiştir. Bir sonraki adımda; zemin profili kayma dalgası hızı değerleri (V_s, m/sn), tabakalar arası mesafe ve birim hacim ağırlık değerleri (γ_n, kN/m^3), yeraltı su seviyesi (YASS) sisteme tanımlanır. Şekil 2'de zemin tabakaları ve kayma dalgası hız profili sunulmuştur.

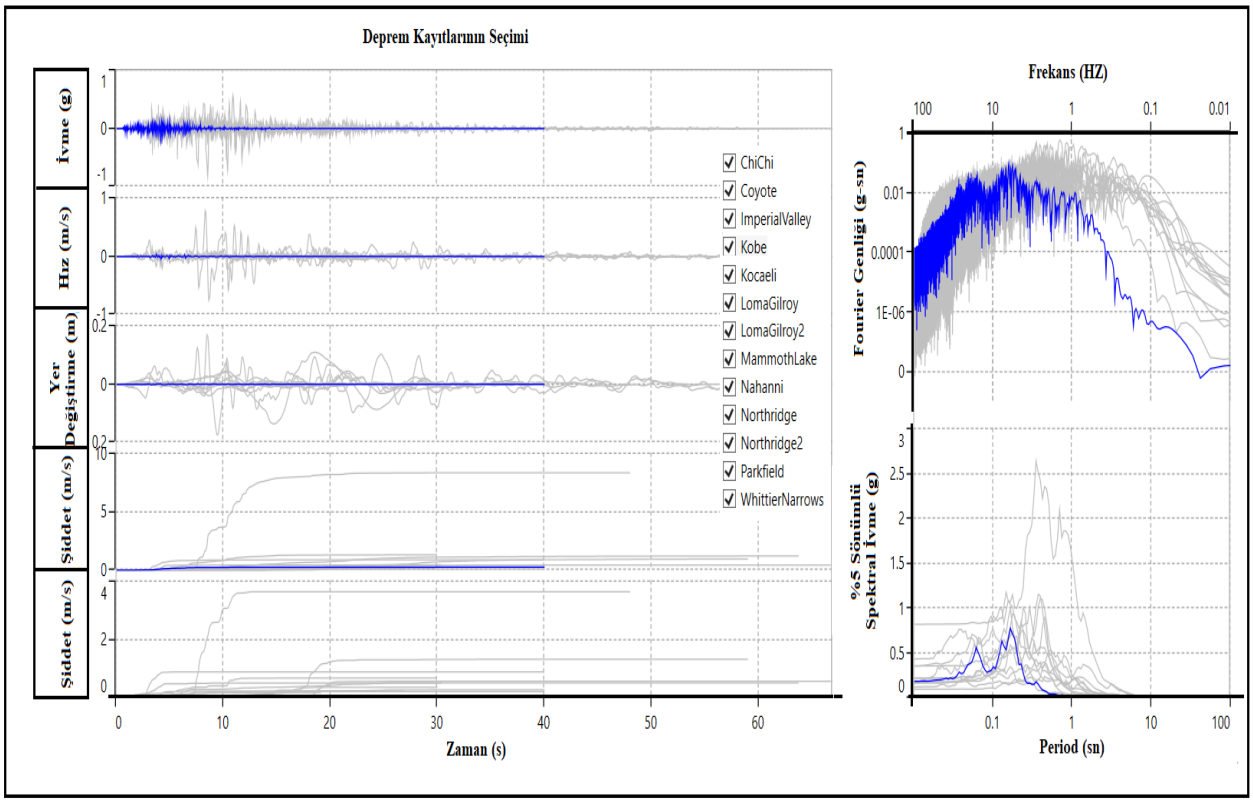


Şekil 2. Sisteme tanımlanan zemin tabakaları ve kayma dalgası hızı profili

Tablo 1. Analizlerde kullanılan deprem kayıtları

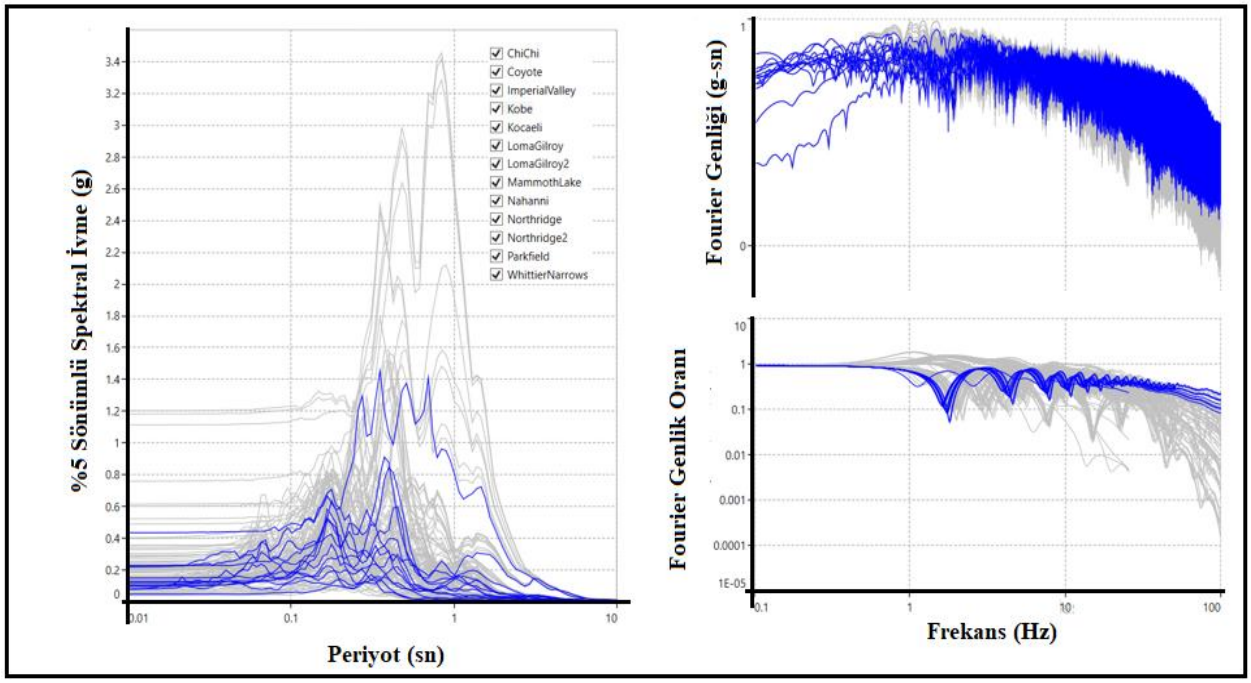
DEPREMLER	TARİH	ÜLKE	BÜYÜKLÜK	DERİNLİK (km)
Chi-Chi	1999	Tayvan	M_w=7.6	25.4
Coyote	1968	ABD	M_s=7.0	6.6
Imperial Valley	1940	ABD	M_s=6.9	10
Kobe	1995	Japonya	M_w=6.9	18.4
Kocaeli	1999	Türkiye	M_w=7.5	16.3
Loma Gilroy-1	1985	ABD	M_w=6.9	18
Loma Gilroy-2	1985	ABD	M_w=6.1	18
Mammoht Lake	1980	ABD	M_w=6.0	15.2
Nahanni	1985	Kanada	M_w=6.7	13.6
Northridge-1	1994	ABD	M_w=6.6	18.3
Northridge-2	1994	ABD	M_w=6.7	18.2
Parkfield	2004	ABD	M_w=6.0	11
Whittier Narrows	1987	ABD	M_w=5.9	17.7

- Referans eğrileri zemin sınıfı dikkate alınarak belirlenmiştir. Tablo 1'de genel özellikleri tanımlanan deprem kayıtlarının da seçilmesi ile DEEPSOIL yazılımında dinamik tepki analizleri gerçekleştirilmiştir.
- Şekil 3'te analizler sonucunda elde edilen, ivme-hız-şiddet-zaman grafikleri gösterilmektedir.



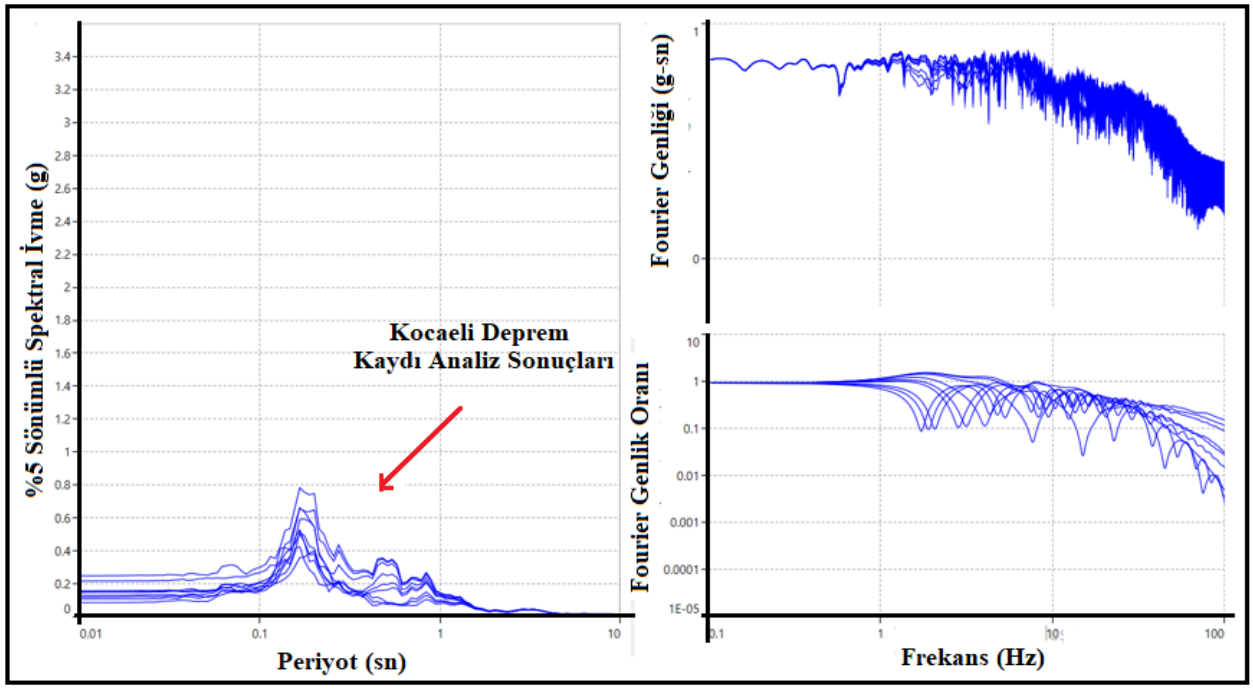
Şekil 3. Farklı zaman ve şiddette seçilen deprem kayıtları ve ivme-hız-şiddet-zaman grafikleri

- Bu işlem adımları takip edilerek analizler yapılmıştır. Analizler sonucu elde edilen veriler grafiksel olarak yorumlanmıştır. Şekil 4'te analizler sonucu farklı deprem kayıtlarına göre inceleme alanının gösterdiği dinamik tepki verileri yer almaktadır.

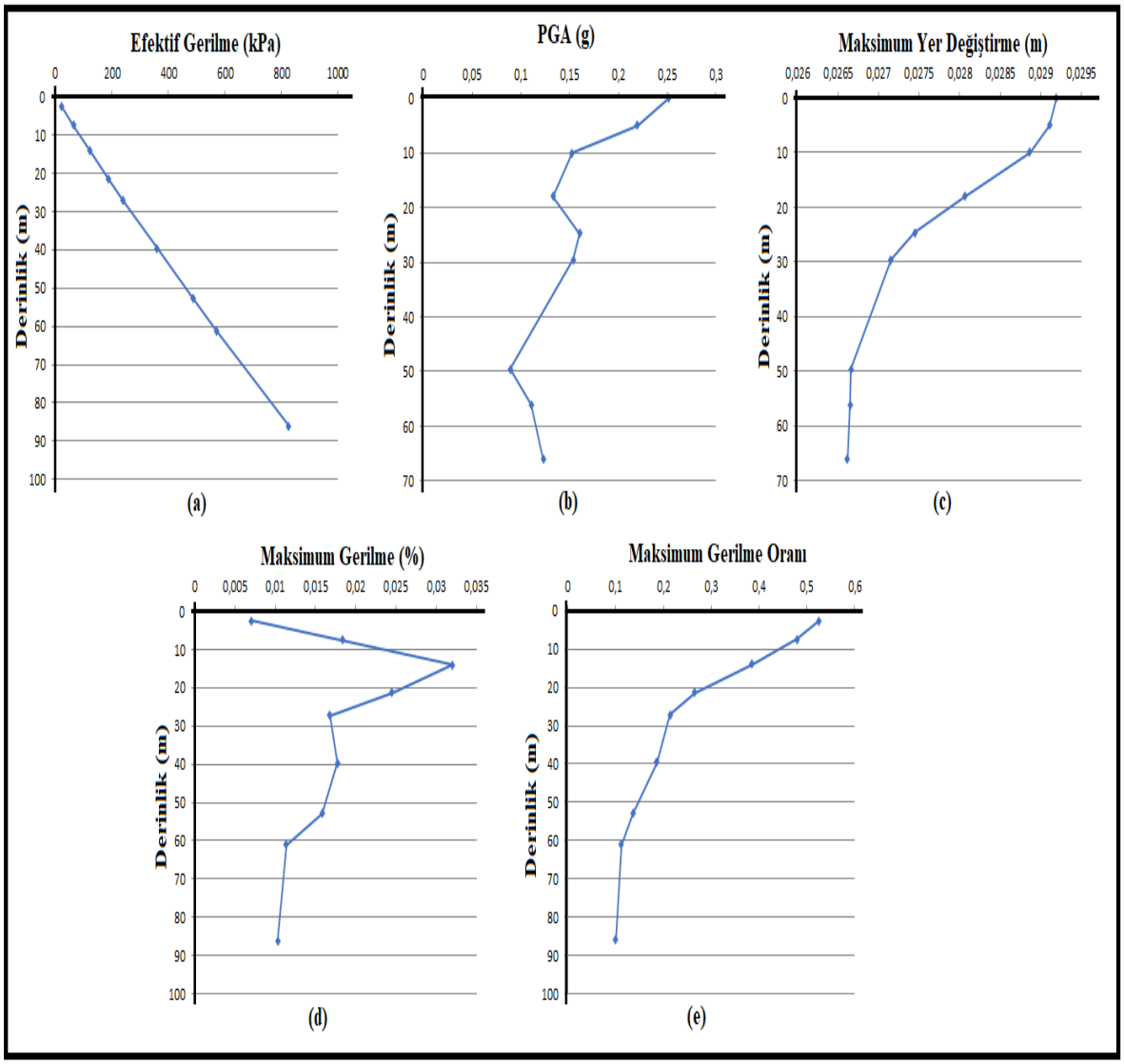


Şekil 4. Deprem kayıtları ve %5 Sönümlü Spektral İvme-Periyot, Fourier Genlik-Fourier Genlik Oranı-Frekans grafikleri

- Şekil 5 ve Şekil 6'da ise bölge zemininin 1999 Kocaeli deprem kayıtları dikkate alınarak analiz edilmesi sonucunda elde edilen ivme-şiddet-zaman ve ivme-derinlik grafikleri tanımlanmıştır.



Şekil 5. Kocaeli (1999) deprem kaydı ve %5 Sönümlü Spektral İvme-Periyot, Fourier Genlik-Fourier Genlik Oranı-Frekans grafikleri



Şekil 6. Kocaeli deprem kayıtlarına göre analiz sonuçları; (a)Efektif Gerilme-Derinlik grafiği, (b)PGA (Maksimum İvme)-Derinlik grafiği, (c)Maksimum Yer Değiştirme-Derinlik grafiği, (d)Maksimum Gerilme-Derinlik grafiği, (e)Maksimum Gerilme Oranı-Derinlik grafiği

SONUÇLAR

Deprem, araştırılması ve gerekli tedbirler alınarak daha güvenli tarafta kalınması gereken bir doğa olayıdır. Dolayısı ile olası bir deprem durumunda, yapı inşa edilmesi planlanan zemin profilinin, sismolojik açıdan incelenmesi önemli bir konudur. Yani, deprem anında, zemin profilinin nasıl bir davranış sergileyeceği araştırılmalıdır. Zemin tabakaları deprem ivmesini karşılayarak sönümleyebileceği gibi, karşılayamayıp deprem etkisini arttırarak zemin yüzeyine de ulaştırabilmektedir. Bu nedenle, sismik analizler ve geliştirilen yazılımlar kullanılarak, zemin yapısı dinamik etkilere karşı analiz edilmelidir. Bu çalışmada da kil zemin sınıfının hakim olduğu bir bölgedeki zemin özellikleri kullanılarak, farklı deprem kayıtları ile olası bir deprem durumundaki davranışı incelenmiştir.

Özetlemek gerekirse; bölge zemini, geçmiş yıllarda meydana gelen 13 önemli deprem kaydı ile gerçeğe en yakın sonuçlar veren "Eşdeğer Doğrusal Analiz Yöntemi" kullanılarak analiz edilmiştir. Analizler sonucunda elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanabilir:

- Mühendislik problemlerinde gerçeğe en yakın çözüm sunmasından dolayı, nonlineer analizler önerilmektedir. Ancak deprem tepki analizlerinde nonlineer parametrelerin tespit edilmesi ve analizlerinin gerçekleştirilmesi oldukça güçtür. Bu nedenle, bu çalışmada, lineer çözüm yapan, fakat nonlineer analize

en yakın sonuçlar veren "Eşdeğer Lineer Analiz Yöntemi" tercih edilmiştir. Bu nedenle, çalışmanın sonuçlarına göre, bu yöntemin kullanılabilir bir analiz yöntemi olduğu düşünülmektedir.

- Analizler sonucunda bölge zemini Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre 4. Derece Deprem Bölgesi içinde yer almaktadır (TDBY, 2016).
- Ayrıca yüzeyden itibaren zemin, B Zemin Grubu ve Z2 Yerel Zemin Sınıfı'na girmektedir.
- Bir bölgenin dinamik davranışının tespit edilmesinde, kayma dalgası hızı (V_s), tabaka kalınlıkları (L) ve birim hacim ağırlık (γ_n) değerleri önemli ve belirleyici bir parametrelerdir.
- Aynı zamanda, kil zemin sınıfının hakim olduğu bölge zemini, 1999 yılında meydana gelen Kocaeli deprem kayıtları ile analiz edilmiştir (Şekil 5 ve Şekil 6) ve bunun sonucunda, zemin tabakalarının deprem pik ivme değerine ulaşmadan, sönümleyici bir davranışta bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu durum bölgenin 4. Derece Deprem Bölgesi içinde yer alması ile uyumlu bir sonuçtur.

KAYNAKLAR

Bozkurt, R., Demiröz, A., 2020a. Aksaray Hamidiye bölgesi Zemin dinamik davranışının eşdeğer analiz yöntemi ile incelenmesi, Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Konya, Türkiye.

Bozkurt, R., Demiröz., A., 2020b. Homojen kumlu tabakanın eşdeğer doğrusal analiz yöntemi kullanılarak depremselliğinin incelenmesi, International Engineering Symposium (IES'20), s. 118-127, Tam Metin-Sözlü Sunum Bildiri, İzmir, Türkiye.

Hashash, Y., Park, D. and Tsai, C. C., Philips, C. and Groholski, D.R., 2016. DEEPSOIL 1D wave propagation analysis program for geotechnical site response analysis of deep soil deposits, version 6.1, Tutorial and User Manual, University of Illinois at Urbana-Campaign.

Puri, N., Ashwani, J., Mohanty, P. and Bhattacharya, S., 2017. Earthquake response analysis of sites in state of Haryana using DEEPSOIL software, 6th International Conference on Smart Computing and Communications, ICSCC 2017, 7-8 December, Kurukshetra, India.

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY), 2016. Yayın Tarihi: 18 Mart 2018.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Analysis of breast cancer data balanced using SMOTE algorithm with machine learning methods

Mehmet Reşat Öner[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2084-0181)*, Ersin Kaya[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5668-5078)*

[*1]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Computer Engineering, Konya, Türkiye.
[2]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Computer Engineering, Konya, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: mroner@ktun.edu.tr

Abstract
Breast cancer is a common type of cancer among women and is the number one cause of cancer-related death in women. In the last few years, the incidence of breast cancer has been increasing rapidly in the world. Breast cancer has become an increasing disease even in socio-economically developed Western countries. In our country, this rate has been increasing in recent years. Early diagnosis is very important to prevent this disease. However, considering the intense working tempo of doctors today, the need to develop a system that will facilitate the work of doctors and offer them an alternative has emerged. For this reason, machine learning techniques have recently started to be used in early diagnosis. In this study, after the data in the Breast Cancer Coimbra data set were balanced with the SMOTE Algorithm, binary classification was made with some of the machine learning algorithms as healthy or sick. Algorithms used: Decision Tree (DT), Gaussian Naive Bayes, K-Nearest Neighbors (KNN), Logistic Regression, Linear Support Vector Classification (L- SVC or L-SVM) algorithms. The results of the classifications using these algorithms were compared. The most successful algorithm was Logistic Regression.
Keywords: Breast cancer, Classification, Unbalanced data, SMOTE Algorithm.

INTRODUCTION

Breast cancer is a type of cancer that spreads rapidly among women. In this disease, which is encountered with more cases every year than the previous year, according to the World Health Organization (WHO), it is the second most common cancer case in women after lung cancer, and even in developed countries, approximately one out of every 8-9 women is diagnosed with this cancer every year specified (Aydıntuğ 2004). In Turkey, the incidence of breast cancer has been found to be approximately 50/100,000, and it is seen that breast cancer is the leading cause of cancer deaths among Turkish women (Bilge ve Keskin 2014). It is possible to prevent this situation with early diagnosis. However, in today's conditions, as a result of the intense work of doctors, it has become necessary to take some technological steps to prevent some mistakes and offer a quick alternative to doctors. Artificial intelligence applications such as machine learning recently offered very successful solutions to these and similar problems. Some of the work done in this area;

Kousalya and Saranya (2021) mentioned that the efficiency of classification algorithms can be measured by utilizing hyperparameter tuning. In this proposed model, the Convolutional Neural Network (CNN) and DenseNet are used to detect the disease on the image and classify it as benign or malignant (two-class). In the study, the success of the models is shown in response to different Batch Size and Learning Rate values. As a result of the experiments, while DenseNet was successful with 16 Batch Size and 0.0006 Learning Rate values with 93% Accuracy, DenseNet was successful with 16 Batch Size and 0.0004 Learning Rate values with 95% Accuracy. DenseNet, which has been successful in studies conducted in different Lot Sizes, has proven its success in this field (Kousalya ve Saranya 2021).

Yolanda, Jay-ar, Lorenzo, Joselito, Marie, and Heintjie (2019) created a prediction system using machine learning algorithms for the diagnosis of breast cancer in women and compared the performance of these algorithms. In this study, the data set named Breast Cancer Coimbra was used. The classification was made with a total of 11 algorithms, including Logistic Regression, KNN, SVM, Decision Tree, Random Forest, and Gradient Boosting, and the results were compared. Gradient Augmentation achieved higher accuracy than other algorithms, with 74.14% Accuracy (Austria ve ark 2019).

Onur (2019), the data in the University of Wisconsin Breast Cancer dataset includes 30 features and 569 samples; using SVM, Naive Bayes, Random Forest, KNN, Logistic Regression algorithms, binary classification as benign or malignant and compared the results. According to this comparison, Logistic Regression showed the highest success with 98.24% accuracy (Sevli 2019).
Meriem, Saliha, Ikram, and Tolga (2018) made a binary classification as benign or malignant using the University of California Breast Cancer dataset consisting of 699 samples and 11 features. KNN and Naive Bayes classifiers were used to make the classification. While Naive Bayes achieved 96.19% accuracy, KNN achieved 97.51% accuracy, passing the Naive Bayes algorithm as the best classifier (Amrane ve ark 2018).
Alireza and Bita (2010) made a binary classification as benign or malignant using two different data sets consisting of 692 and 295 samples. SVM, KNN, and Probabilistic Neural Network (PNN) algorithms were used for classification. Preprocessing was done to increase the classification accuracy. (Signal-noise ratio for feature ordering, sequential forward selection for feature selection, principal component analysis for feature extraction were added to this model in order to increase classification accuracy.) As a result of the experiments, SVM for two data sets respectively, it gave the best results with accuracy values of 98.80% and 96.33% (Osareh ve Shadgar 2010).
This study consists of the Material – Method, which includes the characteristics of the data set, the details of the study, and the results of the experiment, the Conclusion and Discussion, where the experimental results are interpreted, and the Conclusion, where the results are discussed and the future of the study is interpreted.

MATERIALS AND METHODS

Dataset

In this study, The Breast Cancer Coimbra Data Set, obtained from the UCI Machine Learning Repository (UCI), was used. This dataset has 116 instances and 10 attributes, one of which is a class label. There is no missing or missing data. In the application using this data set, some input values (Age (years), BMI (kg/m2), Glucose (mg/dL), Insulin (µU/mL), HOMA, Leptin (ng/mL), Adiponectin (µg/mL) mL), Resistin (ng/mL), MCP 1 (pg/dL)) versus whether the person is sick is shown by classifying them. Class label; It consists of purely numerical data, 1 and 2. 1 was labeled as healthy, and 2 was labeled as breast cancer. The dataset includes samples with 52 healthy and 64 breast cancer labels. Table 1 contains other details of the data set.

Table 1: Details of the dataset.

	Age	BMI	Glucose	Insulin	Homa	Leptin	Adiponectin	Resistin	MCP.1
Min	24	18.370	60	2.432	0.467	4.311	1.656	3.210	45.843
Avarage	57.301	27.582	97.793	10.012	2.694	26.615	10.180	14.725	534.647
Max	89	38.578	201	58.460	25.050	90.280	38.040	82.100	1698.440

Details of the Study

In this study, the data set is divided into 70% training (81 samples) and 30% testing (35 samples), and the last feature is the class label, i.e. output, and the others are used as input. The SMOTE Algorithm was used to remove the imbalance in the data set and increase the accuracy. In the SMOTE Algorithm, the method that works in accordance with Oversampling is used. In Oversampling, the number of samples with the least number of samples is equated with the number of samples with more. The SMOTE Algorithm was applied only to 81 examples used in training. Before the SMOTE Algorithm, there were 35 healthy (labeled 1) and 46 breast cancer (labeled 2) samples. After the SMOTE Algorithm, a total of 92 samples, 46 healthy (labeled 1) and 46 breast cancer (labeled 2), were obtained, and the data set was balanced. In the classification phase, Decision Tree (Quinlan 1996), Logistic Regression (Chang ve Hsu 2009), KNN (Zhang ve ark 2017), Linear SVM (Ghosh ve ark 2019), and Gaussian Naive Bayes (Moraes ve Machado 2009) algorithms were used, and the results from the classifier models were compared fairly. The study was carried out on the Jupyter Notebok IDE in the Python programming language.

In this study, F1-score was used as a metric to compare the performances of algorithms, because the F1-score provides a more accurate interpretation of the result in such studies with unbalanced data. These metrics are calculated in Eq. 1, Eq. 2, Eq. 3, Eq. 4 (Beauxis-Aussalet ve Hardman 2014). TP, TN, FP, FN expressions mentioned in the equations represent True Positive, True Negative, False Positive, False Negative values, respectively.

$$Accuracy = \frac{\mathrm{TP+TN}}{TP+TN+FP+FN} \quad (1)$$

$$Precision = \frac{\mathrm{TP}}{\mathrm{TP+FP}} \quad (2)$$

$$Recall = \frac{\mathrm{TP}}{\mathrm{TP+FN}} \quad (3)$$

$$F1-score = 2 * \frac{\mathrm{Precision*Recall}}{\mathrm{Precision+Recall}} \quad (4)$$

When these equations are considered, it seems that using the F1-score metric is the right choice for a more accurate interpretation of the study.

Experimental Results

Comparisons of binary (healthy or patient) classification successes of KNN, Logistic Regression, Gaussian Naive Bayes, Linear SVM, and Decision Tree algorithms on the Breast Cancer Coimbra data set are given in Table 2 and Table 3 before and after the SMOTE Algorithm.

Table 2: Values before using the SMOTE Algorithm.

Results Before Using the SMOTE Algorithm								
	Precision	**Recall**	**F1-score**	**Accuracy**	**TP**	**FP**	**FN**	**TN**
KNN	0.333	0.117	0.173	0.457	2	15	4	14
Decision Tree	0.800	0.705	0.750	0.771	12	5	3	15
Gaussian Naive Bayes	0.600	0.882	0.714	0.657	15	2	10	8
Logistics Regression	0.800	0.705	0.750	0.771	12	5	3	15
Linear SVC	0.800	0.235	0.363	0.600	4	13	1	17

Table 3: Values after using the SMOTE Algorithm.

Results After Using the SMOTE Algorithm								
	Precision	**Recall**	**F1-score**	**Accuracy**	**TP**	**FP**	**FN**	**TN**
KNN	0.500	0.470	0.484	0.514	8	9	8	10
Decision Tree	0.857	0.705	0.774	0.800	12	5	2	16
Gaussian Naive Bayes	0.615	0.941	0.744	0.685	16	1	10	8
Logistics Regression	0.823	0.823	0.823	0.828	14	3	3	15
Linear SVC	0.750	0.529	0.620	0.685	9	8	3	15

As it can be seen in Table 2 and Table 3, although the Decision Tree algorithm gave good results, the Logistic Regression algorithm gave better results than other algorithms, with an F1-score of 82.32% and an accuracy value of 82.85%.

RESULTS and DISCUSSION

When looking at the results, if it is necessary to make a comment on the F1-score metric, after using the SMOTE Algorithm, the algorithm that was most positively affected by this change was the KNN algorithm with an increase of 31.1%. Considering the precision, the KNN algorithm was positively affected by the balancing process, with an increase of 16.7%. Considering the Recall metric, the KNN algorithm was again the most positively affected algorithm, with an increase of 35.3%. In the Accuracy metric, the KNN algorithm was the algorithm that experienced the highest increase with an increase of 5.7%. However, when the results obtained with the KNN algorithm are examined, it is observed that the unsuccessful results obtained in different metrics have revealed an unsuccessful study with this data set. However, in this study, the F1-score metric was used as a measure of success. Because the metric that provides the most meaningful interpretation in unbalanced data is the F1-score metric. Therefore, when the values in the F1-score metric were examined, it was seen that the highest value was in the Logistic Regression algorithm with 82.3%. However, with an F1-score value of 77.4%, it was observed that the Decision Tree algorithm was also positively affected by the change in the SMOTE algorithm and achieved a result that could be considered successful in this data set.

CONCLUSION

This study aimed to facilitate doctors' work by quickly and reliably classifying whether breast cancer patients are really sick with the outputs produced against the inputs received, and it was successful on the F1-score metric. The results showed that the best classification performance was 82.32% F1-score and 82.85% Accuracy value the Logistic Regression algorithm obtain.

This work in the future, when the Logistic Regression algorithm is used in a hybrid way with other techniques, or by the discovery of another algorithm that can work together with the Logistic Regression algorithm, it may be possible to increase successful of the results, help doctors more quickly detect the disease and treat patients early.

REFERENCES

Amrane M, Oukid S, Gagaoua I, Ensari T. Breast cancer classification using machine learning. 2018 Electric Electronics, Computer Science, Biomedical Engineerings' Meeting (EBBT), 1-4.

Austria YD, Jay-ar PL, Maria Jr LBS, Goh JEE, Goh MLI, Vicente HN, 2019. Comparison of machine learning algorithms in breast cancer prediction using the coimbra dataset. cancer, 7, 10, 23.1-.8.

Aydıntuğ S, 2004. Meme kanserinde erken tanı. Sted, 13, 6, 226-8.

Beauxis-Aussalet E, Hardman L. Visualization of confusion matrix for non-expert users. IEEE Conference on Visual Analytics Science and Technology (VAST)-Poster Proceedings.

Bilge U, Keskin A, 2014. Breast cancer screening knowledge in a Turkish population education is necessary. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 116, 1861-3.

Chang C-L, Hsu M-Y, 2009. The study that applies artificial intelligence and logistic regression for assistance in differential diagnostic of pancreatic cancer. Expert Systems with applications, 36, 7, 10663-72.

Ghosh S, Dasgupta A, Swetapadma A. A study on support vector machine based linear and non-linear pattern classification. 2019 International Conference on Intelligent Sustainable Systems (ICISS), 24-8.

Kousalya K, Saranya T, 2021. Improved the detection and classification of breast cancer using hyper parameter tuning. Materials Today: Proceedings.

Moraes RM, Machado LS, 2009. Gaussian naive bayes for online training assessment in virtual reality-based simulators. Mathware & Soft Computing, 16, 2, 123-32.

Osareh A, Shadgar B. Machine learning techniques to diagnose breast cancer. 2010 5th international symposium on health informatics and bioinformatics, 114-20.

Quinlan JR, 1996. Learning decision tree classifiers. ACM Computing Surveys (CSUR), 28, 1, 71-2.

Sevli O, 2019. Göğüs kanseri teşhisinde farklı makine öğrenmesi tekniklerinin performans karşılaştırması. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 16, 176-85.

Zhang S, Li X, Zong M, Zhu X, Cheng D, 2017. Learning k for knn classification. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST), 8, 3, 1-19.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Cytotoxicity of Titanium Dioxide Nanoparticles on MCF-7 and PC3 Cell lines

Ihab Q.Ali [1], Ahmed Fadhil Kadhim [2*], Sarah M.S Alsallameh[3] Sura M. Ahmed [4]

[1,2] Al-Esraa University College, Medical Laboratories Techniques, Baghdad, Iraq
[3] Ministry of higher education and scientific research, Gilgamesh Ahliya University Gau, College of health and medical techniques, department of medical laboratories techniques, Baghdad, Iraq
[4] Al-Kindy teaching hospital risafah health directorate, Baghdad, Iraq

*ahmedfadhil1988@gmail.com

Abstract
Nanotechnology has been used in many different parts in life, including in the treatment of different types of cancer cell with different types of nanotechnology and their effects on them, and we have seen different results when used it on normal cancer cells and cancer cell line. In this research we used Titanium dioxide nanoparticles (TiO2NPs) on cancer cell line (MCF-7). different concentration of TiO2NPs were used on MCF-7, PC3 cell lines and on normal cell line the results showed a higher cytotoxic effect on MCF-7 than on PC-3 cell line and normal cell. The IC50 of MCF-7 was 49.82 while PC3 was 103µg/µl even when using low concentration, the cell line viability in 25 µg/µL concentrations of TiO2NPs was 83.989%, 93.9% for MCF-7 and PC3 respectively.
Keywords: Cytotoxicity, Titanium Dioxide, Nanoparticles, Cell lines.

INTRODUCTION

In the Earth's crust, titanium (Ti) is the most plentiful element and in the periodic table is the ninth element. (1). At the moment, enormous quantities of titanium nanoparticles are made throughout the world, due to their great stability, their photocatalytic and anti-corrosion capabilities, for a large variety of applications (2).

TiO2 NPs have various physicochemical properties compared to their micro-analog (FP), which can change their biological activity.(1)

Titanium Dioxide has been classed as B2 carcinogen, as proclaimed by the International Agency for Research in Cancer (IARC) (3), the lung overburden is shown to be the cause of the tumor impact, not the carcinogenic effect of nano-titanium dioxide.

The safety of TiO2 was highly attentive in these study applications, including inhalation, cutaneous exposure, intra-tracheal instillation, oral gavage, and intra-gastric, intraperitoneal or intravenous injections, by wide use of various animal models and numerous exposure procedures. TiO2 NPs have been demonstrated to be harmful greater than FPs13, studies have revealed (4-6).

The applications in nanotechnology systems, antibacterial, cosmetics, sunscreens and electrical products (7,8) have increased tremendously with the development of this technology. The photocatalyst and water treatment are employed for semi-conductive photo-catalytics and for industrial by-product water treatment (9) as well as photoactive materials for solar nanoscale cells. Although TiO2 in part is considered harmless to people or animals, (10,11) in many science centers, the toxicity of TiO2 was a research issue. Nanotechnology has thrived in recent years. Despite a significant decrease in mortality from breast cancer, particularly in industrialized nations, health policies in developing nations such as Iraq remain a key concern. In Iraq, breast cancer ranks first among women, with 37,9 percent of 3 all malignancies in women while in men with 7,9% after lung and colon cancer, prostate cancer comes third (12). Treatment of cancer patients continues to be a therapeutic difficulty because of the deception of most chemical therapies. There is limited effectiveness of chemotherapy and substantial side effects, some of them life threats, have to be experienced by patients. Therefore, controlled and targeted drug delivery systems are currently at the forefront. A controlled and targeted medium for the provision of encapsulated anticancer medicines can be provided by nanoparticles, resulting in great efficiency and low effects (13). We therefore need to identify novel therapeutic and healing ingredients. Because of their distinct biological impact Nanoparticles and molecules are possible alternatives for treating disorders. The photocatalytic characteristics of

TiO2, as well as a disinfectant, antibiotic, biosensor or gene-targeting agent (14), have led to substantial research on their prospective applications.

MATERIALS AND METHODS

one mg/ µL concentration were made as stock solution to prepare 2 fold dilution of 400,200,100,50 and 25 µg /ml of TiO2NPs in 96 weal each weal contained 200-250 µL and incubated for 24 h finally MTT assay done PC3, MCF-7 and WRL-68 are the most commonly used cell lines. After 24 hours, the results were taken. After 24 hours of treatment, the medium was removed and 20 µl of 5 mg/ml MTT solution was applied to determine cell viability, which represents the effectiveness of removing cancer cells from AgNPs and four hours of incubation at 37°C The wells' remaining crystals were dissolved by 200µ L of Dimethyl Sulphoxide (DMSO) was applied, followed by 15 minutes of incubation at 37 degrees Celsius.

Results:

The impact of TiO2NPs on PC3 and MCF-7 cells (Table 1) reveals the effects of various concentrations of TiO2 nanoparticles and their efficacy for suppressing cancer cells, so the material's concentration increases, it has a stronger effect on cancer cells, its impacts and efficacy rise in comparison to low concentrations (Figure 1a,b).

Table 1. displays the effects of various concentrations of TiO2NPs solution on PC_3 and MCF-7 cell lines.

Con.	PC3	WRL-68	MCF-7	WRL-68
µg/ml	Mean ± SE	Mean ± SE	Mean ± SE	Mean ± SE
400	38.966 ± 3.2764	72.338 ± 0.693	35.856 ± 1.935	66.859 ± 3.347
200	43.68 ± 3.6747	80.802 ± 4.474	44.653 ± 4.5539	72.916 ± 2.1992
100	71.875 ± 11.751	85.493 ± 3.372	55.632 ± 3.739	87.114 ± 3.649
50	75.686 ± 3.9355	93.788 ± 0.928	70.247 ± 8.198	96.18 ± 1.2516
25	93.904 ± 0.9283	94.444 ± 0.306	83.989 ± 5.1195	94.251 ± 1.3567

Figure 1. represents the cell viability for normal and MCF-7 cell lines against TiO2NPs concentrations.

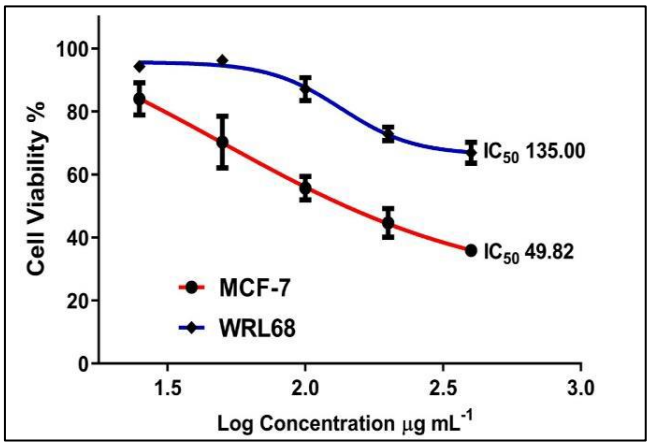


Figure 1. represents the cell viability for normal and MCF-7 cell lines against TiO2NPs concentrations

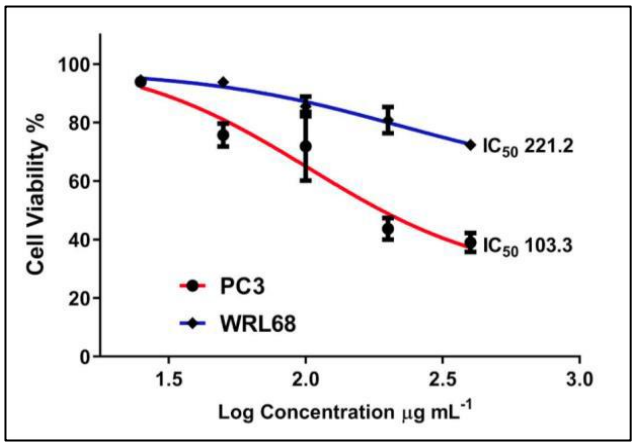


Figure 2. the log concentration and viability of PC3 cell lines

The incidence of cytotoxicity against PC3 and MCF-7 cell lines increases with high concentration of TiO2 nanoparticles (Figure 1a, b). An inhibitory impact was seen after 24 hours of incubation. The results are represented as the inhibition concentration (IC50) for the growth of the compounds that are required to inhibit cell growth by 50% in comparison with untreated controls following 48 hours of incubation.

TiO2NPs had a high cytotoxic effect on the MCF-7 cell line, while it was less cytotoxic on WRL-68 cells. the IC50 of normal cell (WRL-68) were calculated 135.00 while at MCF-7 were calculated to be 49.82. Also, TiO2NPs had a high cytotoxic effect on the MCF-7 cell line, then on PC3 cell line the IC50 of PC3 were calculated to be 1303.3 while at MCF-7 were calculated to be 49.82.

DISCUSSION

Titanium dioxide NPs have been studied as photosensitizers for the treatment of malignant tumors and for the photoinhibition of antibiotic-resistant bacteria. TiO2 NPs themselves, as well as their compounds and combinations with other molecules or biomolecules, can be successfully used as photosensitizers in PDT (15).

The adverse health effects of titanium dioxide inhalation have been studied extensively in rats, mice, and humans, indicating increased oxidative stress, DNA damage, cell death, and upregulation of inflammatory genes in lung and laryngeal cells; However, long-term topical use is different, the effect of the product on skin cells is still unknown (16).

Neither AgNPs nor TiO2NPs produce cytotoxicity in bone marrow red and white blood cells. Two types of nanoparticles mostly target polychromatic red blood cells. Single exposure to AgNPs not only enhanced the incidence of micronuclei after 24 hours, but also after 1 and 4 weeks, whereas single exposure to TiO2NPs only exhibited a beneficial effect after 24 hours. The bone marrow reticulocytes (micronuclei) and white blood cells (comet test) exhibited a negative reply (17).

The effects of rutile and titanium dioxide nanoparticles on human skin fibroblasts have been studied. These particles have the potential to impede cell function, making them more effective at causing damage. Nanoparticle exposure lowers cell area, proliferation, motility, and the ability to shrink collagen. The findings revealed that in the absence of endocytosis, a single particle easily entered the cell membrane, whereas endocytosis was detected in larger groups of particles (18).

It was discovered that temperature, time, and concentration-dependent intracellular processes mediated by clathrin pits, pits, and micropinocytosis were experienced by PC-3M prostate cells during their interaction and adsorption of TiO2 nanoparticles (6 nm). (19).

In 2018, researchers investigated the effect of TiO2 nanoparticles on a stomach cancer cell line using various topologies and coatings. The findings revealed a direct association between increasing the concentration and duration of nanoparticle exposure and a decrease in cancer cell growth, as well as an effect on the induction of apoptosis (20).

Last but least in 2016 Rajathi Palanivelrajan gave a cytotoxicity testing on bio-synthesized silver nanoparticle in prostate cancer cells (PC-3).

Rajathi in 2016 used different methods to see the effect of AgNPs on PC3 these methods include MTT assay, SRB assay, Tryphan Blue Dye Exclusion Method, LDH leakage assay, DNA fragmentation assay, and finally RT-PCR assay (21).

CONCLUSION

In general, our research results showed that the use of TiO2 on PC3 and MCF-7 cell lines in vitro effectively affective by inhibiting about 62% of PC3 cancer cells and about 28% of normal cells while 64% of MFC-7 were inhibited and only 33% of normal cells when using 400µg/ml concentration. Titanium oxide nanoparticles IC50 on MCF-7 were 49.82 µg/ml comparing with PC3 cell line with IC50 103.0 µg/ml.

REFERENCES

1. Woloschak PhD, Endocytosis of titanium dioxide nanoparticles in prostate cancer PC-3M cells, Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine 7, 123-130(2011).
2. particles in mice after oral administration. Toxicol Lett 2007, 168: 176–185. 10.1016/j.toxlet.2006.12.001
3. Clayton Wright,Anand Krishnan V. Iyer, Nianqiang Wu,Juan S. Yakisich,Yon Rojanasakul &Neelam Azad, Effects of titanium dioxide nanoparticles on human keratinocytes, Drug and Chemical Toxicology 40, 90-100(2017).
4. Daniel Ziental, Beata Czarczynska-Goslinska, Dariusz T. Mlynarczyk, Arleta Glowacka-Sobotta, Beata Stanisz, Tomasz Goslinski, and Lukasz Sobotta, Titanium Dioxide Nanoparticles: Prospects and Applications in Medicine, nanomaterials 2020, 10, 387.
5. Fabian E, Landsiedel R, Ma-Hock L, Wiench K, Wohlleben W, van Ravenzwaay B: Tissue distribution and toxicity of intravenously administered titanium dioxide nanoparticles in rats. Arch Toxicol 2008, 82: 151–157. 10.1007/s00204-007-0253-y
6. Hongbo Shi, Ruth Magaye, Vincent Castranova, Jinshun Zhao. Titanium dioxide nanoparticles: a review of current toxicological data. Particle and Fibre Toxicology volume 10, Article number: 15 (2013)
7. https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/368-iraq-fact-sheets.pdf
8. IARC: Cobalt in Hard Metals and Cobalt Sulfate, Gallium Arsenide, Indium Phosphide and Vanadium Pentoxide. IARC Sci Publ 2006., 86:
9. Jania P, McCarthya D, Florence AT: Titanium dioxide (rutile) particle uptake from the rat GI tract and translocation to systemic organs after oral administration. Int J Pharm 1994, 105: 157–168. 10.1016/0378-5173(94)90461-8
10. Kisin ER, Murray AR, Keane MJ, Shi XC, Schwegler-Berry D, Gorelik O, Arepalli S, Castranova V, Wallace WE, Kagan VE, Shvedova AA: Single-walled carbon nanotubes: geno- and cytotoxic effects in lung fibroblast V79 cells. J Toxicol Environ Health A 2007, 70: 2071–2079. 10.1080/15287390701601251

11. Lifeng Q, Xu Z, Chen M. [2007] In vitro and in vivo suppression of hepatocellular carcinoma growth by chitosan nanoparticles. European Journal of Cancer. 4 (3): 184 –193.
12. Małgorzata M.Dobrzyńskaa Aneta Gajowika Joanna Radzikowskaa Anna Lankoffbd Maria Dušinskác Marcin Kruszewskibe, Genotoxicity of silver and titanium dioxide nanoparticles in bone marrow cells of rats in vivo, Toxicology 315, 86-91(2014)
13. Ni M, Leung MKH, Leung DYC, Sumathy K: A review and recent developments in photocatalytic water-splitting using TiO2 for hydrogen production. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2007, 11: 401–425. 10.1016/j.rser.2005.01.009
14. Oberdorster G: Pulmonary effects of inhaled ultrafine particles. Int Arch Occup Environ Health 2001, 74: 1–8.
15. panel Kenneth T.Thurn PhD Hans Arora BS Tatjana Paunesku PhD Aiguo Wu PhD Eric M .B . Brown PhD Caroline Doty BS Jeff Kremer BS Gayle
16. Rajathi K., N. K. (2016). IN VITRO CYTOTOXICITY TESTING OF BIOSYNTHESISED SILVER NANOPARTICLE OF ANDREDERA CORDIFOLIA IN PROSTATE CANCER CELLS.
17. Reza Nasr, Hadi Hasanzadeh, Ali Khaleghian, Abdolvahab Moshtaghian, Alireza Emadi, and Shima Moshfegh, Induction of Apoptosis and Inhibition of Invasion in Gastric Cancer Cells by Titanium Dioxide Nanoparticles, OMAN Medical journal 33, 111-117(2018).
18. Riu J, Maroto A, Rius FX: Nanosensors in environmental analysis. Talanta 2006,69(2):288–301. 10.1016/j.talanta.2005.09.045
19. Robertson TA, Sanchez WY, Roberts MS: Are commercially available nanoparticles safe when applied to the skin? J Biomed Nanotechnol 2010, 6: 452–468. 10.1166/jbn.2010.1145
20. Wang J, Zhou G, Chen C, Yu H, Wang T, Ma Y, Jia G, Gao Y, Li B, Sun J: Acute toxicity and biodistribution of different sized titanium dioxide
21. Wang JJ, Sanderson BJ, Wang H. [2007] Cyto- and genotoxicity of ultrafine TiO2 particles in cultured human lymphoblastoid cells. Mutat Res. 628: 99– 106.
22. Zhao J, Bowman L, Zhang X, Vallyathan V, Young SH, Castranova V, Ding M: Titanium dioxide (TiO2) nanoparticles induce JB6 cell apoptosis through activation of the caspase-8/Bid and mitochondrial pathways. J Toxicol Environ Health A 2009, 72: 1141–1149. 10.1080/15287390903091764 8
23. Zhi Pan, Wilson Lee, Lenny Slutsky, Richard A. F. Clark, Nadine Pernodet, Miriam H. Rafailovich, Adverse Effects of Titanium Dioxide Nanoparticles on Human Dermal Fibroblasts and How to Protect Cells, Small (nano, micro) 5, 511-520(2009).

➢ *ORAL PRESENTATION*

Farklı peroksit pişiricilerin NBR kauçuğun fiziko-mekanik özellikleri üzerine etkisi

Hazal (Engin) Kılıçarslan ORCID ID: 0000-0002-0057-5416, Çağan Satır (ORCID: 0000-0002-5932-7644, Onur Er (ORCID ID: 0000-0003-3349-6340), Ergin Yılmaz (ORCID : 0000-0001-9527-1716)

SUPTEK Yağ Keçeleri San. Ve Tic. A.Ş., İstanbul, Türkiye

hazal.kilicarslan@suptex.com.tr

Özet

Elastomerler hiç çapraz bağlanmamış kauçuk ve sıkı çapraz bağlar ile bağlanmış termosetler arasında yer bulur. Çapraz bağlanmamış polimer bağları birbiri üzerinden kayarak hareket eder ve sabitleşir. Çapraz bağların kurulabilmesi için vulkanize edilebilir kauçuk karışımının sıcaklık, basınç ve zaman faktörlerine ihtiyacı vardır. Vulkanizasyon, kauçuğun kimyasal değişikliğe uğradığı ve geri dönüşümsüz olarak elastik özelliklere sahip olduğu işlemdir. Vulkanizasyon sisteminin seçimi tüm proses ve malzemenin fiziko-mekaniksel özeliklerine etki etmektedir. Peroksit kür sistemleri kauçuk işleme proseslerin de çapraz bağların oluşumu için en sık kullanılan vulkanizasyon sistemlerindendir. Bu çalışmada dört farklı peroksit pişirici sisteminin iki farklı akrilonitril-bütadien (NBR) kauçuk ile vulkanizasyonu ve pişirici sistem farklılığının fiziko-mekaniksel test sonuçları üzerine etkisi incelenmiştir. Aynı kimyasal gruba ait peroksit pişiriciler ile siyah ve mavi renk olacak şekilde NBR formülleri hazırlanmıştır.

Dört çeşit peroksit pişiricinin aktif oksijen konsantrasyonları göz önüne alınarak her bir formülasyon için kullanılacak peroksit miktarları belirlenmiştir. Aynı aktiflikte yapısal farklılık kaynaklı gözlemlenen sonuçlar değerlendirilmiştir. Dört farklı peroksit ile vulkanizasyonun ve iki farklı NBR formülü ile hazırlanan sekiz farklı reçetenin fiziko-mekaniksel özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Sekiz farklı her formülasyon için vulkanize olmamış kauçukta mooney scorch, mooney viskozite ve reometre testleri; uygun sıcaklık ve sürede vulkanize olmuş kauçukta ise sertlik, yoğunluk, aşınma, kalıcı deformasyon, yırtılma mukavemeti, çekme mukavemeti ve kopma uzaması testleri yapılmıştır. Vulkanize olmuş ürüne havada yaşlandırma testleri ve IRM 903 yağında yaşlandırma uygulanmıştır. Yaşlandırma sonrası sertlik değişimi, çekme mukavemeti değişimi, kopma uzaması değişimi, yırtılma mukavemeti değişimi ve IRM 903 yağında hacimsel değişim testleri yapılmıştır. Dört farklı peroksit pişirici ve iki farklı NBR ile hazırlanan sekiz formüle ait ön test sonuçları, havada ve yağ da yaşlandırma test sonuçları incelendiğinde renkli formüle ait test sonuçlarının peroksit farklılığından etkilendiği görülmüştür. Siyah formüllerde ise peroksit farklılığının formüller arası kayda değer farklılığa sebep olmadığı benzer sonuçları verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: NBR, peroksit pişirici, fiziko-mekanik özellikler, kauçuk

Abstract

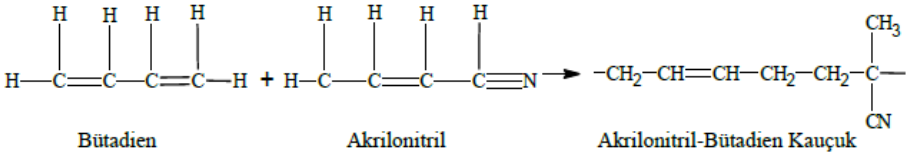
The elastomers lie between uncrosslinked rubber and tightly crosslinked thermosets. The uncrosslinked polymer bonds slide over each other and become fixed. The vulcanizable rubber mixture needs temperature, pressure and time factors to establish crosslinks. Vulcanization is the process in which rubber undergoes chemical change and irreversibly acquires elastic properties. The selection of the vulcanization system affects the physico-mechanical properties of the whole process and material. Peroxide curing systems are one of the most commonly used vulcanization systems for the formation of crosslinks in rubber processing processes. In this study, the vulcanization of four different peroxide curing systems with two different acrylonitrile-butadiene (NBR) rubbers and the effect of vulcanizating system differences on the physico-mechanical test results were investigated. NBR formulas in black and blue color were prepared with peroxide vulcanization belonging to the same chemical group. The amount of peroxide to be used for each formulation was determined by considering the active oxygen concentrations of four types of peroxide vulcanization. Observed results due to structural differences in the same activity were evaluated. The effects of vulcanization with four different peroxides and eight different recipes prepared with two different NBR formulas on the physico-mechanical properties were investigated. Mooney scorch, mooney viscosity and rheometer tests in unvulcanized rubber for each eight different formulations;

hardness, density, abrasion, permanent deformation, tear strength, tensile strength and elongation at break tests have been carried out on rubber that has been vulcanized at the appropriate temperature and time. Air aging tests and aging in IRM 903 oil were applied to the cured product. Hardness change, tensile strength change, break elongation change, tear strength change and volumetric change in IRM 903 oil were measured after aging. When the pre-test results of eight formulas prepared with four different peroxide cookers and two different NBRs, and the aging test results in air and oil were examined, it was seen that the test results of the colored formula were affected by the peroxide difference. In the black formulas, it was observed that the peroxide difference did not cause a significant difference between the formulas and gave similar results.

Key words: NBR, peroxide-cured, physico-mechanical properties, rubber

GİRİŞ ve LİTERATÜR ÖZETİ

Elastomer seçimi, çalışma şartlarının gereksinimlerine, formülün maliyetine ve proses edilebilme kolaylığına bağlıdır. Elastomerler doğal kauçuk ve sentetik kauçuk olarak iki genel kategoriye ayrılmaktadırlar. Sentetik kauçuklar, petrolün parçalanması ve rafine edilmesinden elde edilen monomerlerden üretilir. Genel amaçlı ve özel amaçlı olarak, doğal kauçuğun dezavantajlarını (yağ direnci, alev direnci ve hava direnci) aşmak için üretilmiştir. Çalışmalarımızda akrilonitril-bütadien (NBR) kauçuğu kullanılmıştır. Akrilonitril-bütadien kauçuk, bütadien ve akrilonitril'in kopolimeridir (Şekil 1). Akrilonitril-bütadien kauçuğu, akrilonitril oranına bağlı olarak özelliklerinde farklılık göstermektedir. Kauçuktaki akrilonitril miktarı arttıkça mineral ve bitkisel yağlara, yakıtlara, aromatik hidrokarbonlara, zayıf asit ve bazlara karşı dayanım ve yoğunluk, sertlik, vulkanizasyon hızı ve mekanik özellikler artmaktadır.(Vahapoğlu, 2006) (Kim ve ark. , 2011) (Hamed ve ark.,2006)



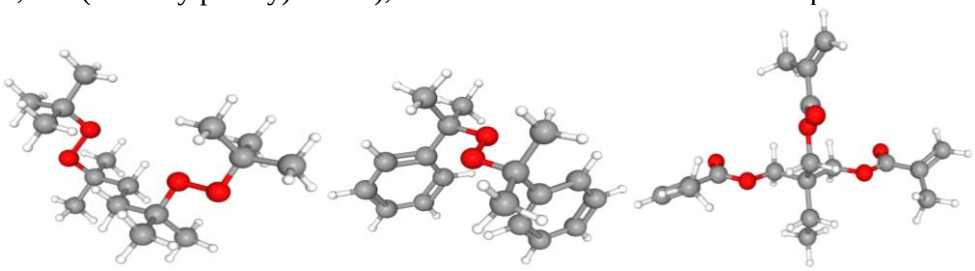
Şekil 1. Akrilonitril-bütadien kauçuğu

Kauçuğu şekillendirmek için vulkanizasyon işlemi kullanılır. Kauçuğu vulkanizasyon yöntemi ile pişirmeden önce vulkanizasyon sonrası istenilen şekli alması için şekillendirme yapılır. Vulkanizasyon uzun kauçuk zincirlerinin çapraz bağlanarak üç boyutlu elastik bir yapı oluşturması işlemidir. Bu işlem genelde kükürt yardımıyla bazen de peroksit gibi farklı bir kimyasalla da olabilir. Vulkanizasyon elastomer karışımlarının fiziksel özelliklerini iyileştiren kimyasal bir prosestir; bununla birlikte, tüm istenilen özellikler aynı anda optimum seviyeye erişemez. Bunun için pişirici sistemi, zaman ve sıcaklık uygun şekilde seçilmelidir. (Coran, 2007) Genellikle doymuş kauçukların vulkanizasyonu için organik peroksitler kullanılır. Peroksit ile çapraz bağlamada oluşturulan C-C bağlarının enerjisi, kükürt vulkanizasyonunda oluşan C-S ve S-S bağlarının enerjisinden daha yüksektir. Bu sebeple vulkanizatların yüksek sıcaklıklara dayanımı daha iyidir. Ayrıca C-C bağlarının kükürt vulkanizayonunda oluşan bağlara kıyasla kısa olması nedeniyle peroksitle çapraz bağlanan vulkanizatların kalıcı deformasyon özellikleri daha iyi olur. Kükürt ve peroksit kür sistemleri kauçuk malzemelerin çapraz bağlanması için en sık tercih edilenlerdendir. Her iki kür sistemi içinde reaksiyon mekanizmaları tam olarak aydınlatılamamıştır. Peroksit ile vulkanizasyonun en büyük avantajlarından biri hem doymuş hem de doymamış elastomerlerin vulkanize edilmesi için kullanılmasıdır. Peroksit kür sistemin dezavantajları ise zayıf mekanik özellikler ve çapraz bağlama ile birlikte rekabet eden, çoğu zaman vulkanizasyon verimini azaltan yan reaksiyonların gelişmesidir. Peroksitler, polimer zincirinde homolitik bölünme ile radikal oluştururlar. Peroksitin O-O kimyasal grupları polimerin işlenme sıcaklığında kırılır ve moleküllerden H atomları ayrılarak oksi-radikaller oluşur. Peroksit radikalleri, polimer zincirleri ile kararlı karbon-karbon çapraz bağları kurarlar. Karbon-karbon bağları, sülfür vulkanizasyonu ile kurulan karbon-sülfür bağlarından daha güçlüdür. Genel olarak peroksit vulkanizasyonu için elastomer zincirinde hidrojen soyutlama ve doymamış çift bağlara eklenme olarak iki yolla gerçekleşir. Organik peroksitler tek bağ ile en az iki oksijen atomu içeren kimyasal gruplara bağlıdır. Birincil veya ikincil karbona bağlı peroksi grubu olan peroksitler daha az kararlıdır. Organik peroksitler kimyasal yapılarına bağlı olarak dialkil peroksit, alkil-arilalkil peroksit, di-arilalkil peroksit, di-açil peroksit, peroksi ketal ve peroksi ester olarak altı gruba ayrılırlar. En yaygın peroksitler arasında dikümil peroksit ve di-t-butil peroksit sayılabilir.(Saffari ve ark., 2017) Peroksit ile

vulkanizasyon mekanizması 3 basamaktan oluşmaktadır. Peroksit radikallere ayrılır, polimer zincirinden H ayrılır ve polimer çapraz bağlanarak sonlanır. (Manaila ve ark., 2014) Peroksit ile vulkanizasyonda reaksiyonun hızını belirleyen adım serbest radikallerin oluştuğu adımdır. Çapraz bağlanmanın hızı seçilen peroksidin parçalanma sıcaklığına bağlıdır. (Uchida ve ark., 2008) ((Prana ve ark., 2014) Peroksit miktarının kauçuğun cinsine ve kullanılan peroksidin cinsine bağlı olarak belirli bir uygun değer orana kadar arttırılmasıyla çapraz bağ yoğunluğunu arttırmak mümkündür. (K. Jan., K, Rıchard ve ark. 2017) Bu durumda elastomerlerin genel fiziko-mekaniksel özellikleri olumlu etkilenirken yırtılma dayanımı düşer. Aktivatörler, serbest radikallerin varlığında oldukça reaktif olup çapraz bağ oluşumunu arttıran doymamış organik moleküllerdir. Çapraz bağ kurulmuş yapının özellikleri kullanılan aktivatörlerin türüyle doğrudan ilgilidir. Aktivatörler hem vulkanizasyon çapraz bağ yoğunluğunu hem de etkinliğini arttırmak için kullanılır. (Naskar, 2004) Yan reaksiyonları büyük ölçüde engelleyerek peroksit verimliliğini artırırlar. Aktivatörler kimyasal rekativitelerine ve yapılarına göre tip I ve tip II aktivatörler olarak ayrılmaktadırlar. Çalışmada kullanılan aktivatörler Actigran 50 (Trimethylolpropan trimethacrylate) tip I sınıfına girmektedir. Tip I aktivatörler sadece vulkanizasyon oranını artmaz, aynı zamanda çapraz bağ yoğunluğu da artar. (Alvarez Grima, 2007) Ancak polar yapıda oldukları için polar olmayan kauçuk matrislerle uyumlulukları sınırlı olabilir. Radikallere karşı oldukça aktif davranış sergilerler. Tip-II aktivatörler polarlığı tip-I aktivatörlere oranla daha az, düşük molekül ağırlıklı ve daha kararlı serbest radikal oluşturan moleküllerdir. Her iki peroksit mekanizması yoluyla reaksiyona girebilirler. Tip II aktivatörler çapraz bağ yoğunluğunu arttırırlar fakat tip I aktivatörlere oranla kür oranını arttırmazlar. Birçok elastomer ile uyumluluğu iyidir. (Maciejewska ve ark., 2012) (B'ucsi ve ark., 2000) (Pingot ve ark.,2011) (Wang ve ark.,2016) (H.Kılıçarslan ve ark. 2020)

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmamızda dolgu farklılığını da incelemek için iki farklı renkte olacak şekilde 8 farklı reçete hazırlanmıştır. Reçeteler hazırlanırken 4 farklı peroksit pişirici kullanılmıştır. Reçetelerde Peroxan Dc-40p, Peroxan HX-45P (2,5-Dimethyl-2,5-di-(tert-butylperoxy)hexane), Perkadox BC-FF ve Chemex DCP peroksitleri kullanılmıştır.



Şekil 2. Sırası ile Peroxan HX-45P, DCP ve Actigran 50 ait ball-stick görüntüsü

Peroksit farklılığına ek olarak renk farklılığından kaynaklanan tablo 1. ve tablo 2. de belirtildiği gibi farklılıklar da mevcuttur. Sonuçların anlamlı şekilde değerlendirilebilmesi için reçeteler kendi içerisinde NBR1 ve NBR2 olacak şekilde 2 farklı gruba ayrılmıştır. Her iki grup hem kendi içersin de hem de gruplar arası karşılaştırma yapılmıştır. Her iki gruba da ön testler ve yaşlandırma testleri yapılmıştır. NBR1 grubunun formüllerini inceleyecek olursak; eşdeğer peroksitlerin fiziko-mekaniksel testlere etkisi 4 farklı formül ile değerlendirilmiştir. NBR1 grubu formülleri mavi renkli olarak formülize edilmiştir. NBR1-1, NBR1-2, NBR1-3 ve NBR1-4 olarak adlandırılan dört formülde peroksit pişirici farkı dışında farklılık bulunmamaktadır.

Peroksit pişirici sistemlerde çapraz bağ yoğunluğunu etkileyen bir diğer faktörde aktivatör (co-agent) dür. Dört formülde de aktivatör olarak Actigran 50 kullanılmıştır. Her peroksitin aktif oksijen konsantrasyonları göz önünde bulundurularak reçete için kullanılacak miktarları hesaplanmıştır. NBR1 grubuna ait formüllerde sırası ile Peroxan DC-40P 4Phr, Peroxan HX-45 P 2,72 Phr, Perkadox BC-FF 1,8 Phr ve Chemex DCP de 1,8 Phr kullanılarak formüller hazırlanmıştır.

Tablo 1. NBR1-1, NBR1-2, NBR1-3 ve NBR1-4 formül içerikleri

MALZEME ADI	PHR			
	NBR1-1	NBR1-2	NBR1-3	NBR1-4
Kauçuk	A	A	A	A
	A	A	A	A
Dolgu	B	B	B	B
	C	C	C	C
Proses Yardımcıları	E	E	E	E
	F	F	F	F
Metal Oksit	G	G	G	G
	K	K	K	K
Antioksidan	H	H	H	H
Pigment	F	F	F	F
Actigran-50	0,2	0,2	0,2	0,2
Peroxan HX-45 P	N/A	2,72	N/A	N/A
Chemex DCP	N/A	N/A	1,8	N/A
Perkadox BC-FF	N/A	N/A	N/A	1,8
Peroxan DC-40P	4	N/A	N/A	N/A

Tablo 2. NBR2-1, NBR2-2, NBR2-3 ve NBR2-4 formül içerikleri

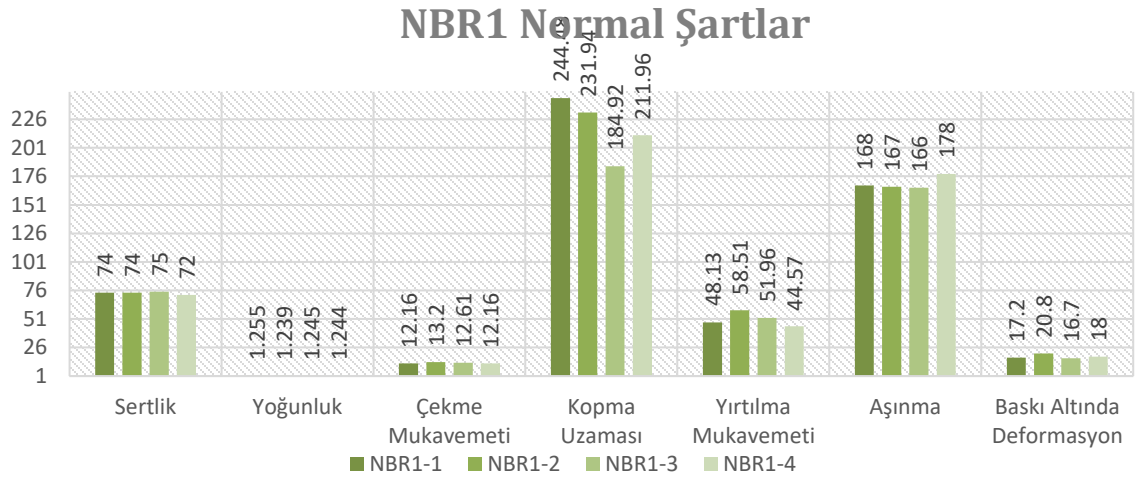
MALZEME ADI	PHR			
	NBR2-1	NBR2-2	NBR2-3	NBR2-4
Kauçuk	A	A	A	A
	A	A	A	A
Karbon Siyahı	A	A	A	A
Dolgu	M	M	M	M
	N	N	N	N
Proses Yardımcıları	O	O	O	O
	U	U	U	U
Metal Oksit	G	G	G	G
	K	K	K	K
Antioksidan	H	H	H	H
Actigran-50	0,05	0,05	0,05	0,05
Peroxan HX-45 P	N/A	1,8	N/A	N/A
Chemex DCP	N/A	N/A	2,1	N/A
Perkadox BC-FF	N/A	N/A	N/A	2,1
Peroxan DC-40P	5	N/A	N/A	N/A

NBR2 grubunun formülleri siyah renkli olarak formülize edilmişdir. NBR2-1, NBR2-2, NBR2-3 ve NBR2-4 olarak adlandırılan dört formülde peroksit pişirici farkı dışında farklılık bulunmamaktadır. Dört formülde de aktivatör Actigran 50 kullanılmıştır. NBR2 grubuna ait formüllerde sırası ile Peroxan DC-40P 5 Phr, Peroxan HX-45P 1,8 Phr, Perkadox BC-FF 2,1 Phr ve Chemex DCP de 2,1 Phr kullanılarak formüller hazırlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

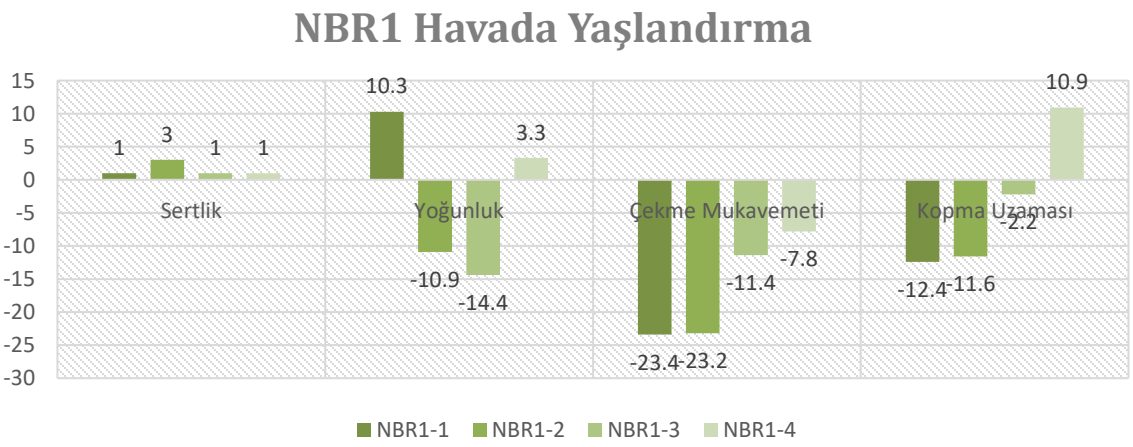
NBR1 grubu formüller ile NBR2 grubu formüller arasında farklılık renk olmakla birlikte bu farklılığının getirdiği dolgu farklılıkları da mevcuttur. İki farklı NBR grubu ile 4 farklı peroksit ile çalışarak her iki NBR grubunda test sonuçları incelenmiştir. Her bir NBR grubuna ait test sonuçları kendi içerisinde değerlendirilecektir. NBR1-1, NBR1-2, NBR1-3 ve NBR1-4 ait normal şartlar test sonuçları Şekil 3'de verildiği gibidir. İlk 3 formülün sertlik değerleri birbirine yakın çıkarken NBR1-4 formülünün sertlik değeri diğer formüllere oranla düşük çıkmıştır.

Yoğunluk değerleri birbirine yakın değerlerdedir. NBR1-1 ve NBR1-4 çekme mukavemeti değerleri aynı iken NBR1-2 ve NBR1-3 formüllerinin de çekme mukavemeti değerleri birbirlerine yakın çıkmıştır. En yüksek kopma uzama değeri NBR1-1 formülüne ait iken en düşük kopma uzama değeri NBR1-3 formülüne aittir. En yüksek yırtılma mukavemeti NBR1-2 formülüne, en düşük yırtılma mukavemeti ise NBR1-4 formülüne aittir. En iyi aşınma direnci NBR1-3 formülüne ait iken en kötü aşınma direnci NBR1-4 formülüne aittir. Baskı altında deformasyon test sonuçları incelendiğinde en iyi sonuç NBR1-3 formülüne ait iken en kötü değer ise NBR1-2 formülüne aittir. Dikümil peroksit kategorisinde yer alan Peroxan DC-40P, Perkadox BC-FF ve Chemex DCP ile hazırlanan formüller arası karşılaştırma yapıldığında aynı tür peroksit olmasına rağmen Peroxan DC-40P kullanıldığı NBR1-1 formülünün uzama değeri 100 birim daha yüksek çıkmıştır. Dikümil peroksit ile hazırlanan formüllerin çekme mukavemetleri birbirine yakın çıkmıştır. Düz zincirli Peroxan HX-45P ile hazırlanan NBR1-2 formülünün çekme mukavemeti, yırtılma mukavemeti ve aşınma direnci en yüksek (en iyi), yoğunluk en düşük çıkmıştır. Baskı altında deformasyon ise en yüksek değerde çıkmıştır.



Şekil 3. NBR1 formülünün normal şartlara ait test sonuçları

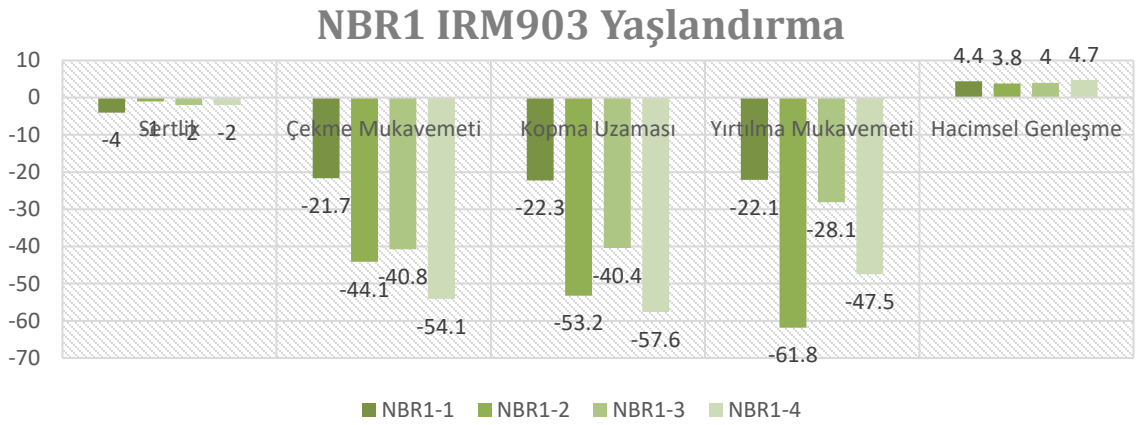
NBR1 formülü için 100 C˚ - 70 h havada yaşlandırma yapılmıştır. Yaşlandırma sonrası sertlik, yoğunluk, çekme mukavemeti ve kopma uzama testleri yapılarak % değişimler hesaplanmıştır.



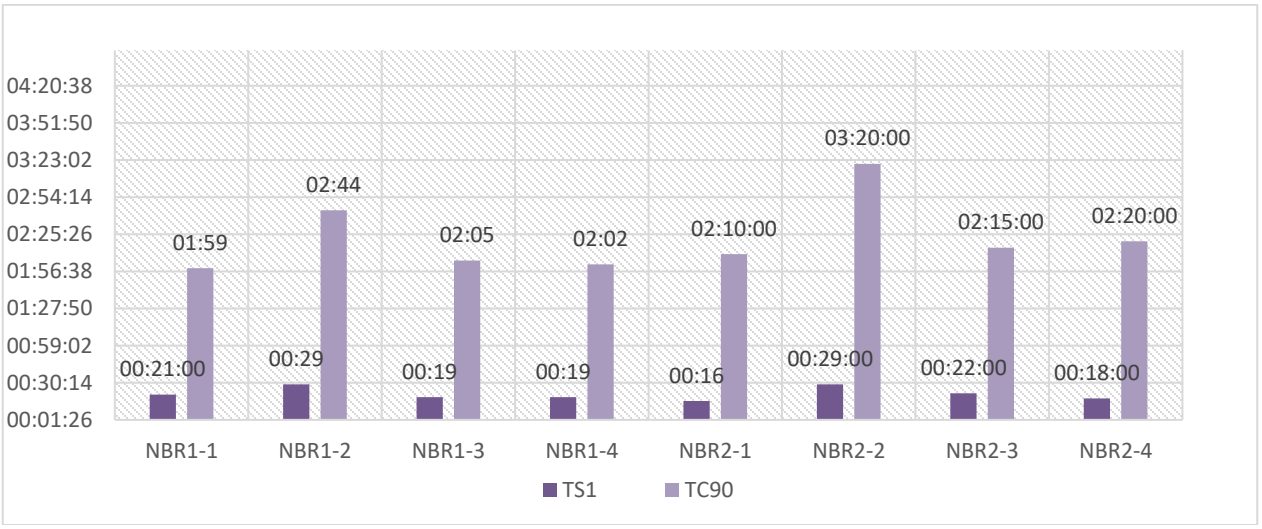
Şekil 4. NBR1 formülüne ait havada yaşlandırma sonrası % değişimler

NBR1-2 formülünün yaşlandırma sonrası sertlik değişimi diğer formüllere oranla 2 birim daha fazladır. NBR1-1 ve NBR1-4 formüllerinin yoğunluk değişimi pozitif yönde olurken, NBR1-2 ve NBR1-3 formüllerinin yoğunluk değişimi negatif yönde olmuştur. NBR1-4 formülünün pozitif yönde ki değişimi diğer formüllere oranla minimumda kalmıştır. NBR1-1 ve NBR1-2 formüllerinin çekme mukavemeti değişimleri birbirine oldukça yakın değerde çıkarken minimum değişim NBR1-4 formülüne aittir. NBR1-1, NBR1-2 ve NBR1-3 formüllerinin kopma uzama değişimi negatif yönde olurken NBR1-4 formülünün kopma uzama değişimi pozitif yönde olmuştur.

100 C° - 70 h ortam şartlarında IRM 903 yağında yaşlandırma sonrası sertlik, çekme mukavemeti, kopma uzama, yırtılma mukavemeti ve hacimsel genleşme testleri yapılarak % değişim değerleri Şekil 5'de ifade edildiği gibidir. Çekme mukavemeti, kopma uzama ve yırtılma mukavemeti % değişim değerleri incelendiğinde tüm değerlerin negatif yönde değiştiği görülmüştür. Üç testte de 4 formüle ait değişim yönelimi benzerlik göstermektedir. En çok değişim gösteren formüller sırası ile NBR1-4, NBR1-2, NBR1-3 ve NBR1-1 şeklindedir. Dört formüle ait IRM903 yaşlandırma sonrası hacimsel genleşme değerleri incelendiğinde pozitif yönde ve birbirine yakın değişim göstermiştir. Yırtılma mukavemeti değerinde NBR1-2'nin NBR1-4 den daha fazla değişim gösterdiği görülmüştür.



Şekil 5. NBR1 formülüne ait IRM903 yaşlandırma sonrası % değişimler

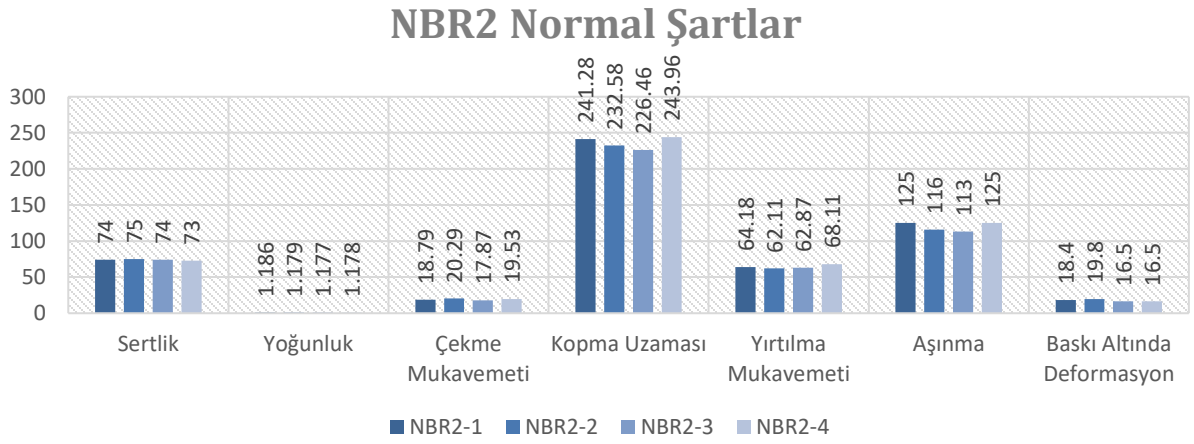


Şekil 6. NBR1ve NBR2 formülüne ait reometre (TS1 ve TC90) sonuçları

NBR1 ve NBR2 formüllerinin sırası ile her bir reçeteye ait TS1 ve TC90 değerleri incelendiğinde Chemex DCP kullanıldığı formüllerin TC90 değeri diğer peroksitler ile hazırlanan formüllerin TC90 değerlerinden yüksek çıkmıştır. Daha emniyetli pişme sağlandığı görülmüştür.

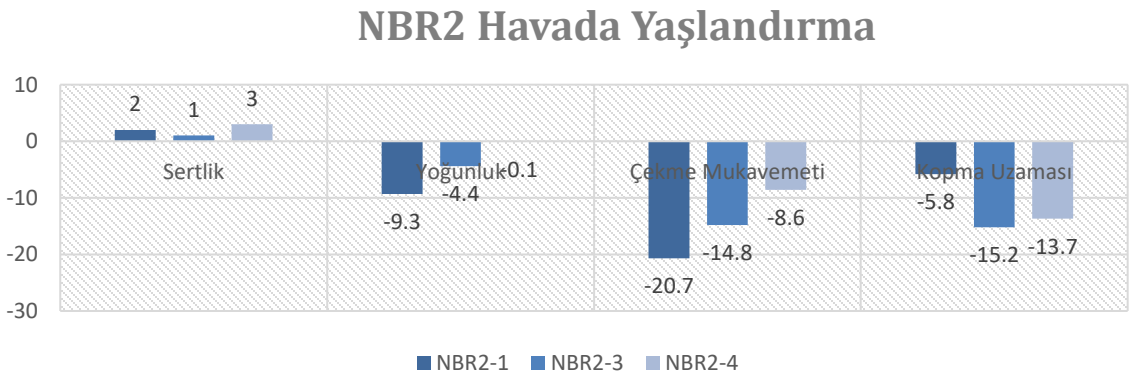
NBR2 formüllerine ait NBR2-1, NBR2-2, NBR2-3 ve NBR2-4 formülleri de 4 farklı peroksit ile hazırlanmıştır. Normal şartlara ait ön test sonuçları incelendiğinde 4 farklı formülünde her bir testte yakın değeler çıktığı görülmüştür. Dört formülde peroksit pişirici dışında farklılık bulunmamaktadır. Dört farklı peroksitin normal şartlar altındaki ön test sonuçlarında farklılık göstermediği görülmüştür. NBR2-2 formülü ön testler tamamlandıktan malzeme sıkıntısı kaynaklı çalışma kapsamından çıkarılmıştır. Çalışmanın devamında diğer 3 peroksit ile devam edilmiştir. NBR2-1, NBR2-3 ve NBR2-4 formüllerine yaşlandırma testleri uygulanmıştır. Havada yaşlandırma sonrası % değişimler (Şekil 8) incelendiğinde yoğunluk % değişimi ve çekme mukavemeti % değişimi en yüksek NBR2-1 iken kopma uzama % değişimi en yüksek formül NBR2-3 formülüne ait olduğu

görülmüştür.NBR2 formüllerine ait 100 C˚ - 70 h IRM903 yağında yaşlandırma sonrası % değişimler Şekil 8' de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde çekme mukavemeti, kopma uzaması ve yırtılma mukavemeti test sonuçlarında 3 formülde de benzer değişim sonuçları görülmektedir.

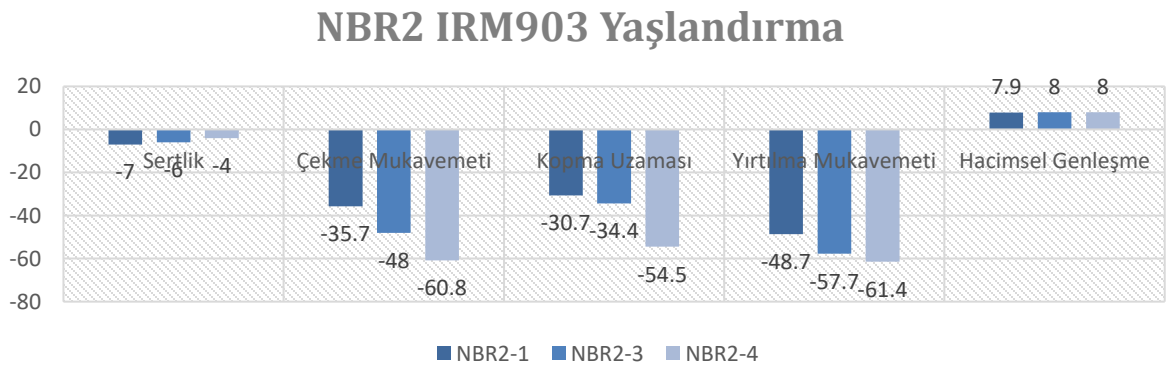


Şekil 7. NBR-2 formüllerinin normal şartlara ait test sonuçları

En yüksek değişim NBR2-4, NBR2-3 ve NBR2-1 şeklindedir. % değişim değerleri de 3 formülde de yakın çıkmıştır.



Şekil 8. NBR2 formülüne ait Havada yaşlandırma sonrası % değişimler



Şekil 9. NBR2 formülüne ait IRM903 yaşlandırma sonrası % değişimler

4.SONUÇ

Çalışmada akrilonitril oranları farklı iki farklı baz kauçuk kullanılmıştır. Aynı baz kauçuk, iki farklı renk ve dört farklı peroksit pişirici ile hazırlanan 8 formüle ait ön test sonuçları ile havada ve IRM903 yağında yaşlandırma test sonuçları incelendiğinde renkli formüle (NBR1) ait test sonuçlarının peroksit farklılığından etkilendiği görülmüştür. NBR1 ve NBR2 reçetelerinin kendi içlerinde sadece peroksit farklılıkları bulunmaktadır. NBR2

formüllerinde ise yaşlandırma testleri hariç peroksit farklılığının formüller arası kayda değer farklılığa sebep olmadığı her bir formüle ait test sonuçlarının birbirine yakın çıktığı görülmüştür. NBR1 ve NBR2 formüllerinin pişirici farklılığından etkilendiği genel olarak görülmektedir. NBR1 formülünde aynı tür olmasına rağmen DCP peroksitler arası test sonuçlarında da farklılık gözlenmiştir. Aynı peroksit pişirici kullanılmasına rağmen formüller arası farklılığının başlıca sebebi renk-dolgu olduğu düşünülmektedir. Dolgu maddelerinin tane büyüklüğü küçüldükçe kuvvetlendirme etkisi artmaktadır. Dolgu maddelerinin kuvvetlendirici etkileri kauçuk karışımlarının kopma dayanımlarına etki etmesi literatürü destekler yöndedir. Karbon siyahı kauçuğun kopma dayanımını, aşınma direncini ve yırtılma dayanımını arttıran amorf bir dolgu maddesidir. NBR1 reçetelerine ait aşınma değerleri NBR2 aşınma değerlerinden daha yüksektir. İnorganik yapıları gereği beyaz dolgu maddeleri polimer temel yapılar ile uyumlu olmadığından kauçuklar ile arasında kurdukları bağlarda zayıftır. Karışması zor olduğu için formül içinde NBR2'nin fiziksel değerleri daha düşüktür. (Pingot ve ark.,2011) (Wang ve ark.,2016) Bu nedenle beyaz dolgu maddelerinin kuvvetlendirici etkisi bulunmamaktadır. Beyaz dolgu ve karbon siyahı farkı hacimsel genleşme test sonuçlarını da etkilemektedir. NBR2 formüllerinin hacimsel genleşme değerleri NBR1 formüllerinin hacimsel genleşme değerlerinden iki kat fazladır. Formül bazlı değerlendirme yapıldığında Chemex-DCP ve Peroxan DC-40P peroksitlerinin tedarik problemi vs. durumlarında aktif oksijen konsantrasyonları göz önüne alınmak koşulu ile eşdeğer olarak kullanılabileceği test sonuçlarından görülmektedir. Dikümil peroksit (DCP) türlerinin eşdeğerliği test değerlerini olumsuz etkilememektedir.

5.KAYNAKLAR

Alvarez Grima, M. M., 2007. Novel Aktivatörs for Improved Properties in Peroxide Cure of Saturated Elastomers, Ph.D.Thesis, University of Twente.

B´ucsi, A., and Sz¨ocs, F., 2000. Kinetics of radical generation in PVC with dibenzoyl peroxide utilizing high pressure technique, *Macromol. Chem. Phys*. 201, 435.

CORAN, A.Y., 2007. "Vulcanization," Internal Technical Review, Monsanto Chemical Company,

Hamed G. R., 2006. Bölüm-2: Malzeme ve Kauçuk Terkipleri, Editör: Gent A. N., Nalbant Ġ., *Kauçuk ile Mühendislik*, 2.nci basım, Hanser Publications, Münih, 7-21.

Kim J. H., Cho U. R., 2011. Synthesis and Characterization of Acrylic Rubber, *The 18th International Conference on Composite Materials*, Jeju, Korea, 21-26.

K. Jan., K, Rıchard., SY´ Kora, Ivan Hudec., Vulcanization of rubber compounds with peroxide curing systems, *Rubber Chemıitry and Technology*, Vol. 90, No. 1, pp.60–88 2017

Manaila, E., Craciun,G., Stelescu, M., Ighigeanu, D.,and Ficai, M.,(2014) Radiation vulcanization of natural rubber with polyfunctional monomers, *Polym. Bull*. 71, 57.

Maciejewska, M., Zaborski,M., and Krzywania-Kaliszewska, A.,2012. Koagenty do nadtlenkowego sieciowania kopolimeru etylenowo-propylenowego, *C.R. Chim*. 15, 414.

Naskar K., 2004. Dynamically Vulcanized PP/EPDM Thermoplastics Elastomers: Exploring Novel Routes for Crosslinking with Peroxides. Ph.D. Thesis, University of Twente.

Pingot, M., Pingot,T., and Zaborski, M., 2011. Nanostructured metal oxide and unsaturated acid as co-agent in peroside cross-linking of hydrogenarated butadiene- acrylonitrile rubber, Prog. Colloid Polym. Sci. 138, 147.

Prana,V., Rotureau, P., Fayet G., Andr´e D., Hub, S., Vicot,P., Rao, L., and Adamo, C., 2014. Prediction of the thermal decomposition of organic peroxides by validated QSPR models.*J. Hazard. Mater*. 276, 216.

Saffari, A., Sheikh, A., 2017. Peroxide dynamic crosslinking in impact modification of polypropylene with polybutadiene. Polym Test,57:260–9.

Uchida, T., Wakakura M., Miyake A., and Ogawa, T., 2008. Thermal decomposition of organic peroxide with metals using calorimeters, *J. Therm. Anal. Calorimetry*, 93, 47.

Vahapoğlu, V., 2006. Kauçuk Türü Malzemeler II: Sentetik Kauçuk, *Karadeniz Teknik University* Wang H., Ding Y., Zhao S., 2016. Effects of Co-Agents on the Properties of Peroxide-Cured Ethylene-Propylene Diene Rubber (EPDM), *Journal of Macromolecular Science Part B,* 55(5), 433-444.*Journal of Science and Engineering*, 9(1): 44-55.

H.Kılıçarslan., M.Kebeli., S.Angun., Farklı Peroksit Tiplerinin NBR Kauçuk ile Vulkanizasyonu ve Prosese Farklı Ko-Ajanların Etkisi, *5th International Mediterranean Science and Engineering Congress*, 94,2020

➢ *ORAL PRESENTATION*

Döner mil keçelerinin dudak geometrisine bağlı olarak sızdırmazlık performansının incelenmesi

Büşra AKTAŞ* (ORCID ID: 0000-0001-6905-5542), Hazal KILIÇARSLAN (ORCID ID: 0000-0002-0057-5416), Onur ER (ORCID ID: 0000-0003-3349-6340)

SUPTEK Yağ Keçeleri San. ve Tic. A.Ş., İstanbul / Türkiye

busra.aktas@suptex.com

Özet

Döner mil keçeleri, sızdırmazlık açısından önemli bir yere sahip olup çalıştıkları süre boyunca kendilerinden sızdırmazlık fonksiyonunu yerine getirmeleri beklenmektedir. Çalışma şartlarına göre uygun döner mil keçesinin kullanılması, sistemin verimli çalışması açısından önemlidir. Döner mil keçeleri, genel olarak elastomerler vb. malzemelerden üretilerek otomotiv, havacılık gibi çeşitli sektörlerde sızdırmazlık elemanı olarak kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında incelenecek keçe malzemesi olarak bütadien ve akrilonitril'in kopolimerinden oluşan NBR (akrilonitril bütadien) seçilmiştir. NBR kauçuğu ile farklı dudak geometrisine sahip keçeler geliştirilmiştir. Bu kauçukların üretimi sırasında ortam sıcaklığı, malzeme tipi ve vulkanizasyon prosesi sabit tutulan parametrelerdir. Döner mil keçesinin sızdırmazlık özelliği, keçe dudağı ile eş çalıştığı mil arasındaki çalışma esnasında sürekli temasın sağlanması ile gerçekleşmektedir. Keçenin performansı ve aşınma davranışı açısından keçenin mil üzerindeki temas basıncı miktarı kritik bir faktördür. Mil keçelerinde radyal yük**,** yay ve mil ile keçe dudağı arasındaki çizgisel basınçtan (N/m) kaynaklanmaktadır.

Yapılan bu çalışmada dudak geometrileri farklı α ve β açılarına sahip prototip ürünler için optimum açılar belirlenmiş ve sızdırmazlık test cihazında performans testine tabi tutularak sonuçlar incelenmiştir. Bu geometrik değişimler temas bölgesinde oluşan sürtünmeyi doğrudan etkilediği için sızdırmazlık performansına da doğrudan etki etmektedirler. Böylece, farklı geometriye sahip keçelerin performansları değerlendirilerek birbirleriyle karşılaştırma imkânı sağlanmıştır. Sonuç olarak, keçelerin aşınma özellikleri ve sızdırmazlık performansları üzerine farklı keçe dudak geometrilerinin etkisi araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Döner mil keçesi, NBR (akrilonitril bütadien), keçe dudak geometrisi, aşınma ve sızdırmazlık özellikleri.

Investigation of sealing performance of rotary shaft seals depending on lip geometry

Abstract

Rotating shaft seals have an important place in terms of sealing and they are expected to fulfill the sealing function during their operation. The use of the appropriate rotary shaft seal according to the operating conditions is important for the efficient operation of the system. Rotary shaft seals, elastomers in general, etc. It is produced from materials and used as a sealing element in various sectors such as automotive and aviation. NBR (acrylonitrile butadiene), which is a copolymer of butadiene and acrylonitrile, was chosen as the felt material to be examined within the scope of the study. Felts with different lip geometry have been developed with NBR rubber. During the production of these rubbers, the ambient temperature, material type and vulcanization process are the parameters that are kept constant. The sealing feature of the rotary shaft seal is achieved by providing continuous contact between the seal lip and the shaft with which it works. The amount of contact pressure of the seal on the shaft is a critical factor for the performance and wear behavior of the seal. Radial load in oil seals is caused by the spring and the linear pressure (N/m) between the shaft and the seal lip.

In this study, optimum angles were determined for prototype products with different lip geometries with different α and β angles, and the results were examined by performing a performance test in a leak tester. Since these geometric changes directly affect the friction in the contact area, they also directly affect the sealing performance. Thus, the performances of felts with different geometries were evaluated and the opportunity to compare with each

other was provided. As a result, the effect of different seal lip geometries on the wear properties and sealing performance of the seals was investigated.
Keywords: Rotary shaft seal, NBR (acrylonitrile butadiene), seal lip geometry, wear and sealing properties.

GİRİŞ

Makine elemanlarının temel amaçlarından birisi sistem içerisindeki kayıpların en aza indirilmesi, verimin maksimuma ulaştırılmasıdır. Sistem içerisindeki kayıplar genellikle sürtünmeden kaynaklanan sızıntılardan meydana gelmektedir. Bu nedenle sızıntıyı azaltacak çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu sistemler tribolojiye dayanmaktadır. Tribolojik sistemlerde sürtünmenin yanı sıra yağlayıcılar da ön plandadır. Sistem içinde bulunan yağlayıcıları muhafaza edip sızdırmayı önleyen en önemli eleman sızdırmazlık elemanlarıdır. Sızdırmazlık elemanları, statik sızdırmazlık elemanları ve dinamik sızdırmazlık elemanları olarak iki ana gruba ayrılırlar. Statik sızdırmazlık elemanları hareketsiz elemanlar arasındaki sızdırmazlığı önlerken, dinamik sızdırmazlık elemanları hareketli cisimler arasında sızdırmayı önlemek için kullanılır. Döner mil keçeleri dinamik sızdırmazlık grubunda yer almaktadır.

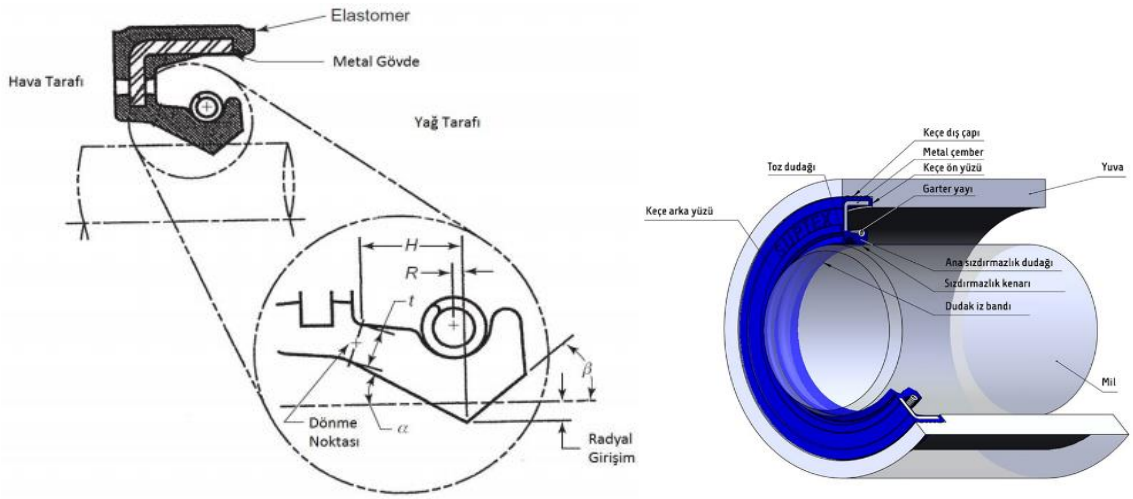
Sızdırmazlık performansını ve ömrünü etkileyen faktörler basınç, sıcaklık, elastikiyet, yüzey pürüzlülüğü, aşınma dayanımıdır. Sızdırmazlık elemanlarının en önemli kısmı ise mil ile temas eden malzeme yani elastomerik kısımdır. Kullanılan polimerlerin performansının ve özelliklerinin bilinmesi, çalışma şartlarında sıcaklık ve aşınma gibi etkenlerin hesaba katılmasına ve doğru bir çalışmaya imkan tanımaktadır.

Sızdırmazlık elemanlarının bazı durumlarda sızdırmayı önleyememesi, çalışma esnasında sıcaklık artışı olduğunda elastomer malzemenin sertlik değerini düşürmesiyle birlikte radyal yükün azalması ve kaçakların oluşması gibi dezavantajları vardır. Ayrıca mil ekseni ile yuva ekseni arasındaki farklılık milin yuvaya göre kaçıklığını gösterir. Bu durum radyal sızdırmazlık elemanın dudağının düzgün aşınmamasına ve ömrünün kısalmasına sebep olur. Karşılaşılan bu problemler için literatürde mevcut bir yaklaşıma sahip olup olmadığı araştırılmıştır. Dr.-Ing Eberhard Bock, Dipl.-Ing. Rolf Vogtve Dipl.-Ing. Peter Schreiner, hidrolik pompa ve motorlarda sızdırmazlık için yeni radyal mil keçeleri geliştirilmiştir. Radyal dudak geometrilerinde yapılan değişimler ile daha etkin yağlama sağlanmış ve keçenin ömrü arttırılmıştır. Sızdırmazlık dudağının esnekliği arttırılarak temas bandı üzerindeki basınç azaltılmıştır. James Walker&Co Ltd.UK den Philip Embury ve James Armour yaptıkları çalışmada, ağır çalışma koşullarında dönel sızdırmazlık elemanlarının performansına elastomer malzemenin etkilerini araştırmışlardır. Nitril (NBR), florakarbon (FKM) ve hidrojen nitril (HNBR) malzemeleri kullanılarak aşınma direnci, ısıl iletkenlik, sürtünme katsayısı değerleri ölçülmüş daha sonrada dudaktaki aşınma ve çatlaklar incelenmiştir. Deney için 330 mm çaplı paslanmaz çelik bir mil 20 m/s hızla döndürülmüş ve sistemin basıncı 0,05 bar olarak ayarlanmıştır. Sonuç olarak FKM de dudakta hiç çatlak görülmemişken, NBR de HNBR ’ye göre daha fazla çatlak olduğu görülmüştür. En fazla sızdırmazlık NBR de en az sızdırmazlık ise HNBR de tespit edilmiştir. Richard F. Salant ve Dawei Shen, radyal dudaklı keçelerin davranışına mil yüzey pürüzlülüğünün hidrodinamik etkilerini araştırmışlardır. Teorik olarak hidrodinamik ve elasto-hidrodinamik analizler sonucunda, yüzey pürüzlülüğünün dudaklı keçelerin performansını önemli derecede etkilediği görülmüştür. Pürüzlülüklerin, ortalama film kalınlığına, yük taşıma kabiliyetine ve pompalama etkisinin artmasına neden olduğu, bu çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Varadi çalışmasında NBR70 malzemesini simüle eden bir sayısal model oluşturmayı amaçlamıştır. Temas bölgesinde üretilen ısının modellenebilmesi için, dönen mil ve sızdırmazlık dudağı arasındaki sürtünmeyi sıcaklık, yük, bağıl hız ve yağlama koşullarına bağlı ölçerek geliştirilmiştir. Üretilen sürtünme ısısı zamanla malzemenin mekanik gücünü değiştirmiş, keçeyi yumuşatmış ve milin davranışını etkilediği görülmüştür.

Malzeme kaybının azaltılması için aşınmanın ve enerji kaybının azaltılması ve sürtünmenin minimum olabilmesi kauçukların tribolojisinde oldukça önemlidir. Sürtünme ve aşınma kauçuk sızdırmazlık elemanları için önemlidir. Çevresel faktörler kauçuk malzemelerin çalışma ömürlerini azaltabilmektedirler. Hareket eden kauçuk

parçaların yüzeylerinde zorlu çevresel koşullar altında sürtünmeden kaynaklanan ısı oluşmaktadır. Dolayısıyla mil yüzeyi keçe performansına etki etmektedir.

Yapılan bu çalışmada dudak geometrileri farklı α ve β açılarına sahip prototip ürünler için optimum açılar belirlenmiş ve ömür test cihazında performans testine tabi tutularak sonuçlar incelenmiştir. . Serbest haldeki tipik bir keçede yağlayıcı taraftaki β açısı 40-45° civarında iken dış ortama bakan α açısı 25-30° mertebelerindedir. Fakat keçeler mil üzerine takılır takılmaz bu açılar yaklaşık olarak 10° civarlarında değişmektedirler (Şekil 1). Bu geometrik değişimler temas bölgesinde oluşan sürtünmeyi doğrudan etkilediği için sızdırmazlık performansı direkt etkilenmektedir. Böylece, farklı geometriye sahip keçelerin performansları değerlendirilerek birbirleriyle karşılaştırma imkânı sağlanmıştır. Sonuç olarak, farklı dudak yapısın sahip keçelerin performans testi sonucunda aşınmalarının nasıl olacağı araştırılmıştır.



Şekil 1. Keçe Dizayn Parametrelerinin Geometrik Gösterim (Flitney 2014) / Döner mil keçesi ve bileşenleri

MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında incelenecek keçe malzemesi NBR' dir. Bu malzemenin önemli özellikleri, yağa direnci fazla olduğu için genel amaçlı olarak en fazla kullanılan sızdırmazlık elemanı malzemesidir. Nitril oranı, özelliklerini önemli oranda etkiler. Nitril oranı arttıkça yağ, çözücü ve sıcaklık direnci, sertlik, sürekli kalıcılık artar, soğuk ortamda çalışma özellikleri ise kötüleşir. Nitril bütadiyen kauçuğun yağa direncinin yüksek olması, katkı maddeleri ile açık hava ve ozona direncinin arttırılabilir olması ve ucuz olması gibi olumlu özelliklerinin yanı sıra bazı kimyasallar ile reaksiyona girmesi, yüksek sıcaklıklarda ve soğuk şartlarda çalışmaya uygun olmaması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Bu çalışmada Standart NBR kauçuk ile farklı α ve β açılarına sahip keçeler ömür testine tabi tutulmak için girdi oluşturmuştur. Şekil 1' de R, garter yayı merkezinin H ile ifade edilen dudak uzunluğunun yaklaşık %10'u kadar olan kaçıklığı ifade eder. Bu kaçıklık, keçenin hava tarafında olacak şekilde tasarlanmaktadır. R kaçıklığı, oluşan yükün dudağa doğrudan gelmesini sağlamada önemli bir role sahiptir. Ayrıca bu kaçıklık, dudakta oluşması muhtemel aşırı deformasyonun da önüne geçmeyi sağlar. Eğer R kaçıklığı, keçenin hava tarafına değil de yağ tarafına doğru olacak şekilde konumlandırılırsa, elastomer dudakta yan yatma ve dolayısıyla sızıntı problemine yol açacaktır. Keçenin esnekliği ise H, t ve dönme noktası sayesinde oluşturulur. Standart bir keçede t ile gösterilen et kalınlığı H ile gösterilen dudak uzunluğunun %50'sinden daha azdır. Salgısı nispeten fazla olan bir döner mil uygulamasında keçede daha fazla esneklik sağlamak için dudak uzunluğu arttırılabilir. Bunun aksine, yüksek basınçlı ortamda çalışacak bir keçe için ise dudak et kalınlığı t arttırılabilir ya da dudak uzunluğu H azaltılabilir. Fakat bu değişim keçenin mil kaynaklı salgı yeteneğini de düşürecektir. Çalışmada ayrıca Şekil 1'de 3 boyutlu olarak görülen standart keçe modeli ve Tablo 1'de görülen

farklı tiplerdeki KK-B (basınç) keçesine A1, KK-T keçesine A2 ve KK keçesine A3 adı verilen döner mil keçelerinin ömür testine tabi tutulmasıyla deneysel ve teorik olarak elde edilmesini kapsamaktadır.

KK-B tipi keçelerde standart yağ keçeleri genellikle 0,5 bar basınca kadar görev yaparlar. Yüksek basınçlarda görev yapabilmeleri için özel önlemler alınması gerekir. Bunlardan biri standart keçelere destek halkası uygulayarak basınca dayanıklılıklarının yükseltilmesidir. Ayrıca yüksek basınca dayanabilen özel profilli basınç keçeleri kullanılmaktadır. Fakat bu keçenin çalıştığı ortam, keçenin profili, malzemesi, mil çapı ve devir sayısı ile sınırlıdır

KK-T tipi keçeleri tozlu ve kirli ortamlarda görev yapmak için tasarlanmıştır. Kir ve tozların yağ dudağına ulaşarak sızdırmaya neden olmasını önlemek için bu keçelere toz dudağı eklenmiştir. Krank millerinde ve dişli kutularında tekli toz dudakları kullanılırken, toz ve çamurla doğrudan teması olan keçelerde özel tip toz dudaklar kullanılmaktadır. Yüksek devirde çalışan döner mil keçelerinin bazılarında toz dudağı çapı, mil çapından daha büyüktür ve bu standart kullanımda keçeye yeterli koruma sağlar. Yüksek devir nedeni ile toz dudağının aşınması önlenmiş olur. Genel makine donanımlarında ve tarım makinelerinde ise mile sıkı geçen toz dudağı tipleri kullanılmaktadır

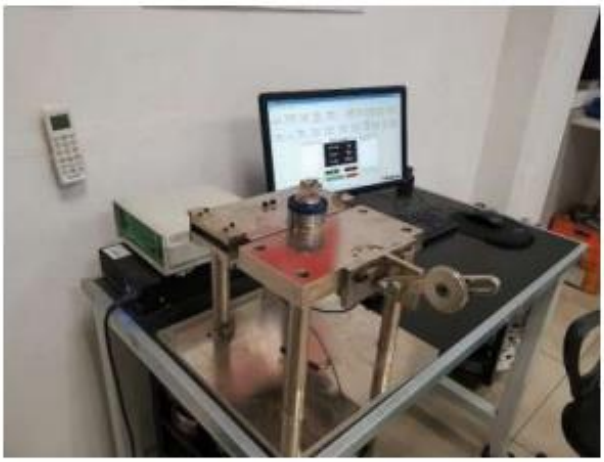
KK tipi keçelerin dışı kauçuk kaplıdır. Bu tip döner mil keçelerinin dış çapları düz bir kauçuk tabakası ile kaplanmıştır. Isıl genleşme katsayıları yüksek, parçalı, yüzey pürüzlülüğü yüksek ve eksenden kaçık yuvalarda da kullanılabilirler.

Tablo 1. a) Dışı kauçuk-Basınca uygun yağ dudaklı keçe b) Dışı kauçuk-Toz dudaklı Keçe c) Dışı kauçuk keçe

Tasarım Kodu	**A1**	**A2**	**A3**
Tipi	KK-B	KK-T	KK
Temsili Geometri			
A (dış ortama bakan kısım)	25-30°	25-30°	25-30°
B(yağlayıcı kısım)	40-45°	40-45°	40-45°
H	2,2	1,02	0,96
t	2,75	3,66	2,75
Basınç	Max. 3000 devir	Max 4000 devir	Max 4000 devir

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada öncelikle NBR malzemeden üretilmiş keçelerin çapsal yükleri, çapsal yük ölçüm cihazında ölçülmüştür. (Şekil 2) Bu ölçüm önce yayı takılı daha sonra yayı çıkartılarak ölçülmüştür.

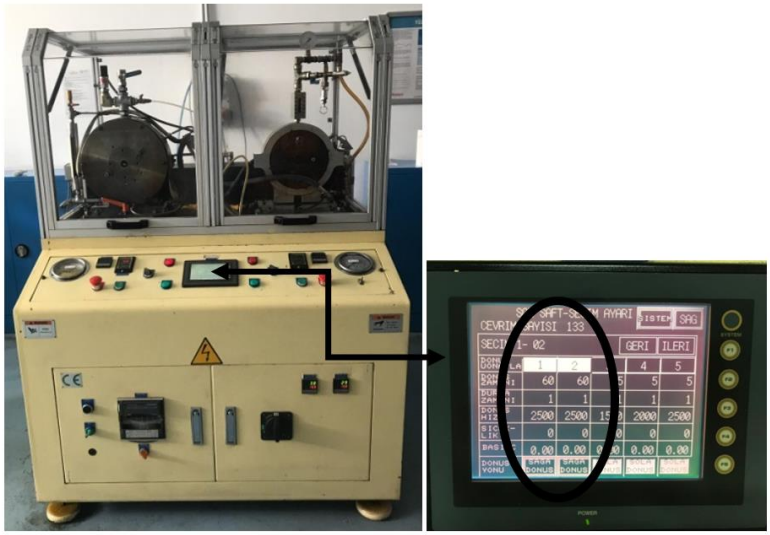


Şekil 2. Çapsal yük ölçüm cihazı

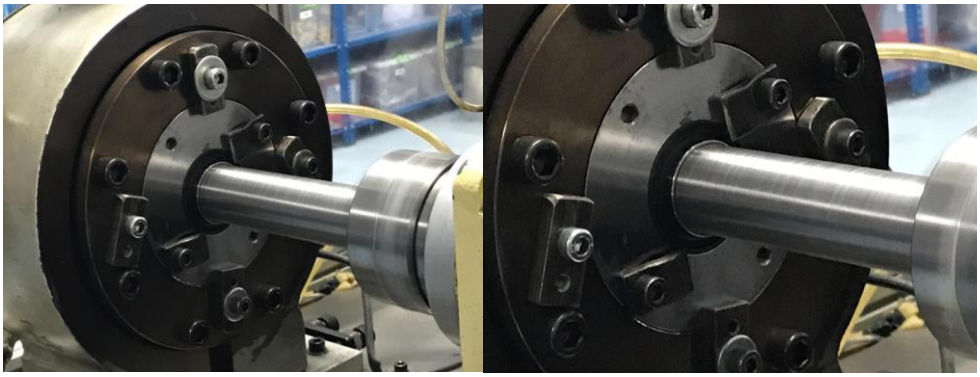
Çapsal yükleri ölçülen numuneler sonrasında ömür testine (Şekil 3 ve 4) tabi tutulmuştur. A1 numunesi 1000 devirden başlayarak 60 dk da bir artırılarak 3000 devire kadar çıkarılmış A2 ve A3 numuneleri ise 1000 devirden başlayarak 60 dk da bir artırılarak 4000 devire kadar çıkarılmış ve sızdırmazlık deneysel olarak incelenmiştir. (Tablo 2) A1 basınç keçesi olmasından dolayı 10 bar da 3000 devire kadar çıkartılmıştır.

Tablo 2. Keçelerin ömür testinde 1000-4000 devir/dk arasında yağın kaçırdı / kaçırmadı gösterimi

DEVİR	A1	A2	A3
1000	Kaçırmadı	Kaçırmadı	Kaçırmadı
2000	Kaçırmadı	Kaçırmadı	Kaçırmadı
3000	Kaçırmadı	Kaçırmadı	Kaçırmadı
4000	N/A	Kaçırmadı	Kaçırmadı



Şekil 3. Ömür (Performans) Testi Cihazı ve bilgi ekranı

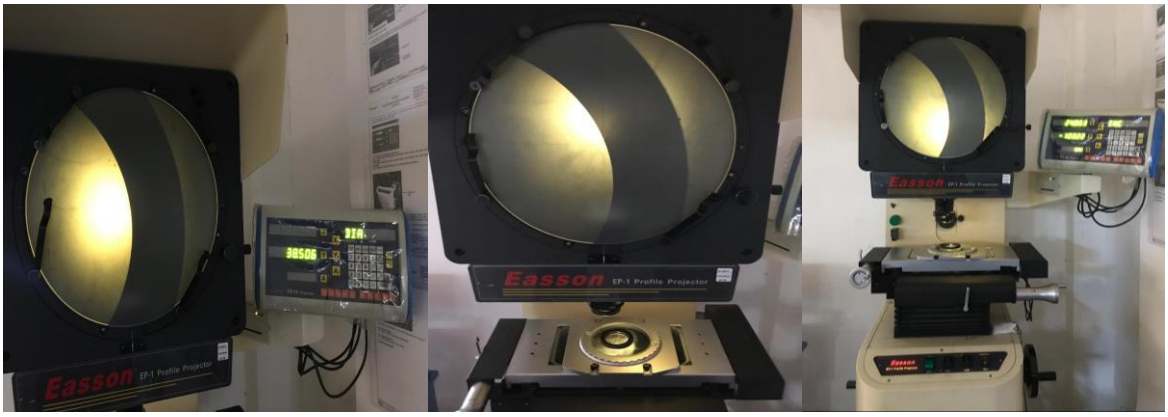


Şekil 4. Cihaz içinde keçenin mil ile temas ettiği yer

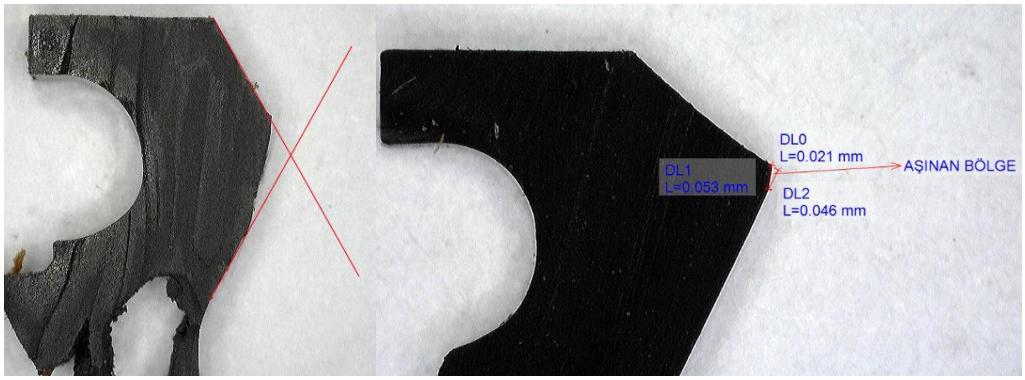
Tablo 3. A1, A2 ve A3 için gereken bilgiler

Numune No:	Devir:	Çevrim sayısı: (saat)	Kaçırdı/Kaçırmadı
A-1	3000	180	Kaçırmadı.
A-2	4000	240	Kaçırmadı.
A-3	4000	240	Kaçırmadı.

Ömür testine tabi tutulan numunlerin aşınması projeksiyon cihazında incelenmiştir (Şekil 5). Aşınma profilleri Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 5. Keçenin projeksiyon cihazındaki görüntüsü



Şekil 6. Sırasıyla aşınan A1 ve A2 (aşınma karakteristiği açısından A3 keçesi ile eş değerdir) keçesinin görsel sonuçları

Şekil 6'dan görüleceği üzere A1 (basınç KK-B) keçesi daha düşük devirlerde işletilmesine rağmen A2 ve A3 keçelerine göre daha fazla aşınmıştır. Yüksek devir uygulamalarında KK-B tipi keçe önerilmemektedir.

Tablo 4. Çapsal yük ölçüm sonuçları

	GÖZ NO	SDÇK (mm)	ÜGY (mm)	TDİÇ (mm)	YDSİÇ (mm)	YDYİÇ (mm)
A1	1	72.23	6,90	48,82	48,70	48,55
	2	72.25	6,92	48,81	48,72	48,52
A2	1	56,22	6,85	40,17	38,31	38,21
	2	56,23	6,89	40,19	38,32	38,28
A3	1	56,26	6,99	N/A	38,54	38,51
	2	56,20	6,98		38,29	38,24

SONUÇ

Bu çalışmada sızdırmazlık elemanı olan radyal dudaklı keçenin dudak geometrisinin sızdırmazlık performansına etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Basınç keçelerinde, standart KK ve KK-T keçelerine göre boğaz kısmı daha kalın yapıdadır. Bu durumda basınç altında daha dayanıklı olmakla birlikte, titreşim ve merkez kaçıklığında da mili takip etmesi zor olmaktadır. Basınç keçelerinde daha sıkı ve kalın bir yay da kullanılmaktadır. Standart KK ve KK-T keçeleri normal şartlar altında daha yüksek devirlere çıkabilmekte ve bu sayede basınç keçelerine göre daha uzun ömürlü olmaktadırlar. Mile değen kısımları daha az olması nedeniyle de düşük sürtme, düşük sıcaklık ve düşük basınç altında çalışmaktadırlar. Standart NBR formülü ile 3 farklı dudak yapısına sahip keçe basılmıştır. Döner mil keçelerinin performans testlerinde A1 için en fazla 3000 devir ve A2 – A3 için 4000 devirde sızdırma olmaması amaçlanmıştır. Hazırlanan bu keçelerin yaylı ve yaysız olarak çapsal yükleri ölçülmüştür. Daha sonra hazırlanan tüm keçeler ömür testine tabi tutulmuştur. Ömür testi 1000 devirle başlayarak 60 dakika da bir 1000 devir arttırarak ilerlemiştir. Ömür testi boyunca artan devir ile tüm keçelerin sızdırmazlık kontrolü sağlanmıştır. Standart NBR formülüyle basılan bu ürünlerden, A1 kodlu ürünün 3000 devirde ve A2 kodlu ürünün 4000 devirde sızdırma yapmadığı gözlemlenmiştir. Keçelerin ömür testi sonucunda alınan projeksiyon görüntülerinde belirli bölgelerde aşınmaların olduğu gözlenmiş fakat sızdırma yapacak kadar bir aşınma olmadığından sızıntı gözlemlenmemiştir. Alınan sonuçlara göre A2 – A3 kodlu ürün arasında bariz bir fark olmadığına ve A1 kodlu ürünün normal şartlar altında daha az devire çıkabildiği gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Békési, Nándor, and Károly Váradi. "Wear simulation of a reciprocating seal by global remeshing." Periodica Polytechnica Mechanical Engineering 54.2 (2010): 71-75.
- Gawlinski M., "Friction and wear of elastomer seals", Archives of civil and mechanical engineering, 2007, 4: 57-67.
- Guo Y., Wang J., Li K., Ding X., "Tribological properties and morphology of bimodal elastomeric nitrile butadiene rubber Networks", Mater Design, 2013, 52: 861–869.
- Horve, Les. 1996. Shaft Seals For Dynamic Applications, Marcel Decker, NewYork, ABD, P:107.
- Flitney, R. 2014. Seals and Sealing Handbook, Elsevier, Oxford, İngiltere, 648 pp
- Lee, Chun-Ying, et al. "Simulation and experimentation on the contact width and pressure distribution of lip seals." Tribology International 39.9 (2006): 915-920

- Söderberg, Anders, andSörenAndersson. "Simulation of wear and contact pressure distribution at the pad-to-rotor interface in a disc brakeusing general purpose finite element analysis software." Wear 267.12 (2009): 2243-2251.
- Szabó, György, and Károly Váradi. "Thermal-Mechanical Coupled FE Analysis for Rotary Shaft Seals." Modern Mechanical Engineering 8.01 (2018): 95.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Savunma sanayi sektöründe sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamaları

Beste DESTİCİOĞLU TAŞDEMİR[1*] (ORCID: *https://orcid.org/0000-0001-8321-4554*),
Merve ASİLOĞULLARI AYAN[2] (ORCID: *https://orcid.org/0000-0001-7522-0911*)

[*1]Millî Savunma Üniversitesi, Alparslan Savunma Bilimleri ve Millî Güvenlik Enstitüsü, Harekât Araştırması Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye
[2] Millî Savunma Üniversitesi, Alparslan Savunma Bilimleri ve Millî Güvenlik Enstitüsü, Savunma Yönetimi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: bdesticioglu@kho.msu.edu.tr

Özet
Doğal kaynakların tükenmeye başlamasıyla tüm dünyada giderek yaygınlaşan sürdürülebilirlik uygulamaları, son yıllarda ülkemizde de dikkat çeken bir konu haline dönüşmüştür. Sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasında kaynakların devamlılığının oluşturulması için bugüne ait ihtiyaçlarda kaynakların etkin bir şekilde kullanılması olarak tanımlanabilir. İlk kez Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (World Comission on Environment and Development – WCED) tarafından literatüre kazandırılan sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının kombinasyonundan oluşmaktadır. İşletmeler sürdürülebilirlik kapsamında yaptıkları çalışmaları hazırladıkları sürdürülebilirlik raporları ile kamuoyuna sunmaktadır. Son yıllarda ülkemizde farklı sektörlerde yer alan birçok firma sürdürülebilirlik çalışmalarına önem vermeye başlamıştır. Sürdürülebilirliğin en önemli parçalarından birini ise sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi oluşturmaktadır. Bu çalışmada ise ülkemizin savunmasında büyük rol oynayan savunma sanayi şirketlerin sürdürülebilirlik ile sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi konusunda yaptıkları uygulamalar ele alınmıştır. Bu kapsamda Türkiye'de yer alan büyük savunma sanayi firmalarının sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi kapsamında uygulamalar ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimini oluşturmak isteyen savunma sanayi firmaları için önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Savunma Sanayi, Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi, Çevresel Sürdürülebilirlik.

Sustainability and sustainable supply chain practices in the defense industry sector

Abstract
Sustainability practices, which have become increasingly widespread all over the world with the depletion of natural resources, have become a remarkable issue in our country in recent years. Sustainability can be defined as the effective use of resources for today's needs in order to create the continuity of resources to meet the needs of future generations. Sustainability, which was first brought to the literature by the World Commission on Environment and Development (WCED), consists of a combination of social sustainability, economic sustainability and environmental sustainability practices. Businesses present their work within the scope of sustainability to the public with the sustainability reports they prepare. In recent years, many companies in different sectors in our country have started to give importance to sustainability studies. One of the most important parts of sustainability is sustainable supply chain management. In this study, the practices of defense industry companies, which play a major role in the defense of our country, on sustainability and sustainable supply chain management are discussed. In this context, the practices of the big defense industry companies in Turkey within the scope of sustainability and sustainable supply chain management are discussed in detail. In the last part of the study, suggestions were made for defense industry companies that want to create sustainable supply chain management.
Keywords: Defense Industry, Sustainability, Sustainable Supply Chain Management, Environmental Sustainability.

GİRİŞ

Son yıllarda doğal kaynakların hızlı bir şekilde tükenmesi, hava kirliliğinin artması, doğanın hızla tahrip olması çevrenin korunmasına karşı yeni önlemlerin alınmasını gerekli hale getirmiştir. Çevresel bilincin kazanılmasıyla beraber sürdürülebilirlik kavramı önem kazanmaya başlamıştır. Sürdürülebilirlik son zamanlarda farklı sektörlerde birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Sürdürülebilirlik, gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasında kaynakların devamlılığının oluşturulması için bugüne ait ihtiyaçlarda kaynakların etkin bir şekilde kullanılması olarak tanımlanabilir. İlk kez Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (World Comission on Environment and Development – WCED) tarafından literatüre kazandırılan sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının kombinasyonundan oluşmaktadır (WCED, 1987). Sürdürülebilirlik kaynakların, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını da dikkate alınarak etkin bir şekilde kullanılması olarak tanımlanabilir (Desticioğlu ve Özyörük, 2022). Sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirliğin birleşiminden meydana gelmektedir.

Yasal düzenlemeler sonucunda uygulanan yaptırımlar ve sivil toplum kuruluşlarının halkı bilinçlendirmesiyle beraber son yıllarda firmalar çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarına ağırlık vermeye başlamıştır. Sürdürülebilirliğin en önemli halkalarından birini ise sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi uygulamaları oluşturmaktadır (Desticioğlu Taşdemir, 2022). Ekonomik performansa önem veren geleneksel tedarik zinciri yönetiminde, sosyal sürdürülebilirlik ile çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarının da dikkate alınmasıyla beraber sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi (STZY) ortaya çıkmıştır (Seuring ve Müller, 2008). Tedarik zinciri sürecinde malzeme, hammadde, sermaye ve bilgi akışı ile tedarik zincirinde yer alan işletmeler ile ilişkilerini sürdürürken, sosyal sürdürülebilirlik, ekonomik sürdürülebilirlik ile çevresel sürdürülebilirlik hedeflerini dikkate alarak tedarik zincirinin oluşturulmasıdır (UNDESA, 1992).

Millî güvenliğin sağlanmasının temel araçlarından biri olan milli savunma, kamu sektörünün kritik bir unsurunu oluşturmaktadır. Savunma sektörünün işlevini ve misyonunu yerine getirmedeki yeteneği, doğrudan sektörün sahip olduğu yeteneklerle ilgilidir ve buna paralel olarak, savunmaya ayrılan bütçeye karşılık gelmektedir. Uzun vadeli savunma planlaması faaliyetleriyle ifade edilen savunmanın stratejik yönetimi, büyük ölçüde istikrarlı finansmanın varlığına bağlıdır. Özellikle olumsuz ekonomik koşulların oluştuğu barış dönemlerinde savunma sektörü, bir sonraki mali kısıtlamaların ilk hedeflerinden biri haline gelmektedir. Savunma harcamalarında belirli bir istikrarın sağlanabilmesi için yatırımların daha verimli ve daha iyi geri dönüşünün sağlanmasına yardımcı olacak yeni yollar bulunması gerektiği değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, sürdürülebilirlik kavramı savunma sektörünün iş yapma biçimine önemli bir katma değer sunarak onu kırılganlıklara ve piyasa oynaklıklarına karşı daha dirençli hale getirebilmektedir. Tedarik faaliyetlerinin yürütüldüğü savunma sektörünün böyle bir dirence sahip olması kuruma değer katacak bir olgu haline gelmektedir. Literatürde farklı sektörlerde yer alan firmaların sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamalarını inceleyen çalışmalar yer almaktadır. Ancak daha önce savunma sanayi firmalarında sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi uygulamalarını inceleyen herhangi bir çalışma bulunmadığı görülmüştür. Savunma tedarik faaliyetleri, tedarik zinciri yönetiminden bazı yönleriyle ayrılarak kendine has özelliklerle taşımakla beraber sürdürülebilirlik kavramı en az diğer sektörlerde olduğu kadar savunma sektöründe de önem arz etmektedir. Uzun yıllara yayılan yüksek maliyetli savunma projelerinde devlet desteğine yüksek oranda ihtiyaç duyulması ve ülkede yapılan diğer yatırımların fırsat maliyetini oluşturması gibi nedenlerle kedine has özellikler taşımaktadır. Savunma tedarik yöntemi belirlenerek bir görev ihtiyacının belirlenmesinden sonra bu ihtiyacı karşılayacak en uygun sistemin bir proje haline getirilmesi ve kullanıma alınması sırasında uygulanan usuller mevcut yasa, tüzük ve yönetmeliklere göre faaliyete geçirilmektedir (Holcner ve Smiljanic, 2018). Bu usuller arasında hazır alım, yurt içi ortak üretim ve AR-GE'ye dayalı tedarik yöntemleri bulunmaktadır. Bu savunma tedarik faaliyetleri yürütülürken sürdürülebilirlik kavramları da hem firmalar hem ülkeler için önemli hale gelmektedir. Bu çalışmada da savunma sanayi sektöründe faaliyet gösteren firmaların sürdürülebilirlik konusundaki uygulamaları incelenerek, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin uygulanması için yaptıkları çalışmalar ele alınmıştır.

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLARI

Son yıllarda ülkelerdeki yasal zorunluluklar, artan çevre bilinci, sivil toplum kuruluşlarının çalışmalarıyla beraber firmaların sürdürülebilirlik konusundaki çalışmaları hız kazanmaya başlamıştır. Firmalar sürdürülebilirlik konusunda yaptıkları uygulamaları hazırladıkları sürdürülebilirlik raporları ile kamuoyuna sunmaktadır. İşletmelerin çalışmalarında çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri sürdürülebilirlik raporlarında ele alınmaktadır.

Sürdürülebilirlik raporları paydaşlarla iletişimin, hesap verilebilirliğin, işletmelerin hedefleri, stratejileri ile yönetim yaklaşımlarının bir aracı olarak kabul edilmektedir (BİST, 2022). Fransa, İtalya, Belçika, Finlandiya gibi ülkelerde yasal zorunluluklardan dolayı sürdürülebilirlik raporları hazırlanırken, Türkiye ve diğer birçok ülkede sürdürülebilirlik raporları gönüllülük esasına göre hazırlanmaktadır. Sürdürülebilirlik raporlarının gönüllülük esasına göre hazırlandığı ülkelerde firmalara teşvik edici olması amacıyla sürdürülebilirlik endeksleri yayınlanmaktadır (Desticioğlu, 2022).

AB Konseyi, 28 Kasım 2022 tarihinde aldığı kararda Kurumsal Sürdürülebilirlik Raporlaması Yönergesi'nin (CSRD) nihai onayını duyurmuştur. Yönergeye göre sürdürülebilirlik bildirimleri sağlaması gereken şirket sayıları 4 kattan fazla bir oranda artırılmış (12.000'den 50.000'e) ve şirketin çevre, insan hakları ve sosyal standartlar üzerindeki etkileri hakkında ayrıntılı raporlama gerekliliklerinin istenmesi kararlaştırılmıştır. Mevzuatın AB Parlamentosu ve Konsey Başkanları tarafından imzalanmasına müteakip AB Resmi Gazetesinde yayınlanması planlanmakta ve 18 ay içinde üye ülkelerden uygulamaya koymaları beklenmektedir. Bu durum sürdürülebilirlik raporlarının çok daha hassasiyetle yürütülen ve üst makamlarca denetlenebilen bir hal almasına neden olmakta ve rapor yayınlayan firmaların çoğalarak işletmelerde yeni bir işletme kültürünün oluşmasına yasal zemin hazırlayacak bir durum oluşturmaktadır.

Ülkemizde firmaların çevresel duyarlılık konusunda uyguladıkları politikalar dikkate alınarak BİST tarafından sürdürülebilirlik endeksi oluşturulmuştur. Sürdürülebilirlik endeksi her yıl Borsa İstanbul (BİST) tarafından Borsa İstanbul Sürdürülebilirlik Endeksi adı ile yayınlanmaktadır. İlk kez 2014 yılında yayınlanan BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde 15 firma yer alırken, günümüzde bu endekste yer alan firma sayısı 64'e ulaşmıştır (BİST, 2022). BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde sürdürülebilirlik çalışmalarına önem veren farklı sektörlerde faaliyet gösteren firmalar yer almaktadır. Ancak bu endekste yer almayan firmalar da sürdürülebilirlik çalışmalarında bulunmaktadır.

BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan firmalardan çoğu yaptıkları sürdürülebilirlik çalışmalarını her yıl hazırladıkları sürdürülebilirlik raporları ile kamuoyuna sunmaktadır. Sürdürülebilirlik raporları hazırlamayan firmalar da yaptıkları sürdürülebilirlik çalışmalarını internet sitelerinde paylaşmaktadır. Ayrıca BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer almayan firmalar da paydaşlar arasında iletişimin sağlanabilmesi, uygulanan yönetim stratejileri hakkında bilgi verilebilmesi amacıyla yaptıkları sürdürülebilirlik uygulamalarını içerecek şekilde sürdürülebilirlik raporları hazırlamaktadır. Sürdürülebilirlik raporları ekonomik sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirlik konularını içerecek şekilde temel olarak üç bölümden meydana gelmektedir.

Sürdürülebilirliğin en önemli halkalarından birini ise sürdürülebilir tedarik zinciri (STZ) oluşturmaktadır. STZ, ürün ve hizmetlerin ömür devri boyunca ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerinin yönetilmesi ve iyi yönetim uygulamalarına yönlendirilmesi şeklinde tanımlanabilir. STZY'de amaç, ürün ve hizmetlerin müşterilere ulaştırılması sürecinde yer alan tüm paydaşlar için ekonomik, sosyal ve çevresel değerleri dikkate alarak, bu değerleri korumak ve geliştirmektir (Karakoç ve ark., 2020).

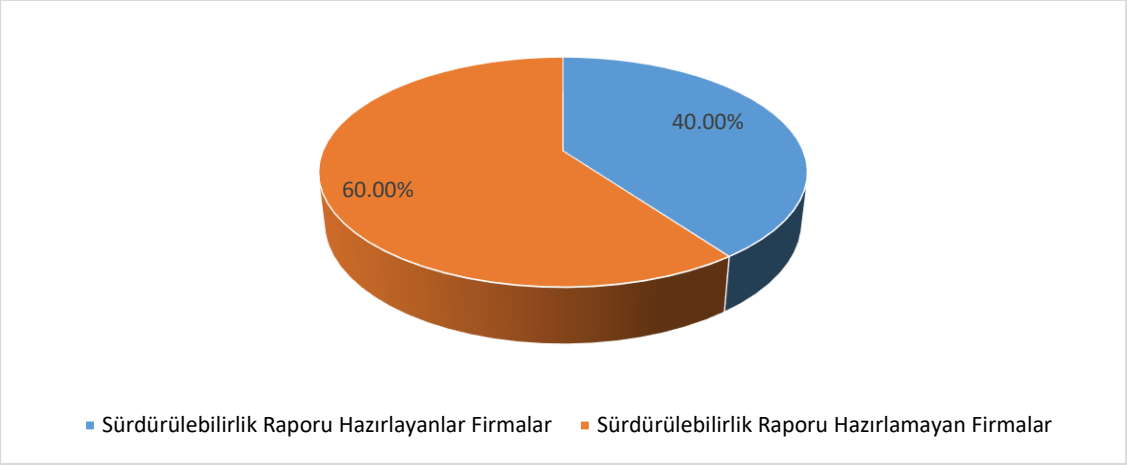
Literatürde sürdürülebilirlik raporlarının ekonomik sürdürülebilirlik ve kurumsal sürdürülebilirlik yönünden inceleyen çalışmalar yer almaktadır (Şişman ve Doğan, 2016; Celayir, 2020; Aksoylu ve Taşdemir, 2020). BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan firmaların STZY uygulamaları yönünden inceleyen yalnız iki çalışma bulunmaktadır. Desticioğlu ve Özyörük (2022) BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer alan hizmet sektöründe faaliyet gösteren firmaların sürdürülebilirlik raporlarını STZY uygulamaları yönünden incelemiştir. Desticioğlu (2022) bir başka çalışmasında ise BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde üretim sektöründe faaliyet gösteren firmaların STZY uygulamalarını incelemiştir.

Yapılan literatür taramasında savunma sanayinde hizmet veren firmaların STZY uygulamalarını inceleyen herhangi bir çalışmanın bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu yüzden bu çalışmada savunma sanayi sektöründe çalışan 10 firmanın STZY kapsamında yapılan uygulamalar incelenmiş ve STZ'nin oluşturulmasında dikkat edilen konular belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan araştırmada savunma sanayinde çalışan yalnız iki firmanın BİST Sürdürülebilirlik Endeksi'nde yer aldığı tespit edilmiştir. Çalışmada savunma sanayinde çalışan 4 firmanın sürdürülebilirlik raporları, 6 firmanın ise internet sitesinde yer alan sürdürülebilirlik uygulamaları incelenerek firmaların STZY konusundaki politikaları belirlenmeye çalışılmıştır. Son bölümde ise savunma sektöründe çalışan

firmalara yol gösterici olabilmesi amacıyla STZY konusunda yapmaları gereken çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir.

STZY KAPSAMINDA SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK RAPORLARININ İNCELENMESİ

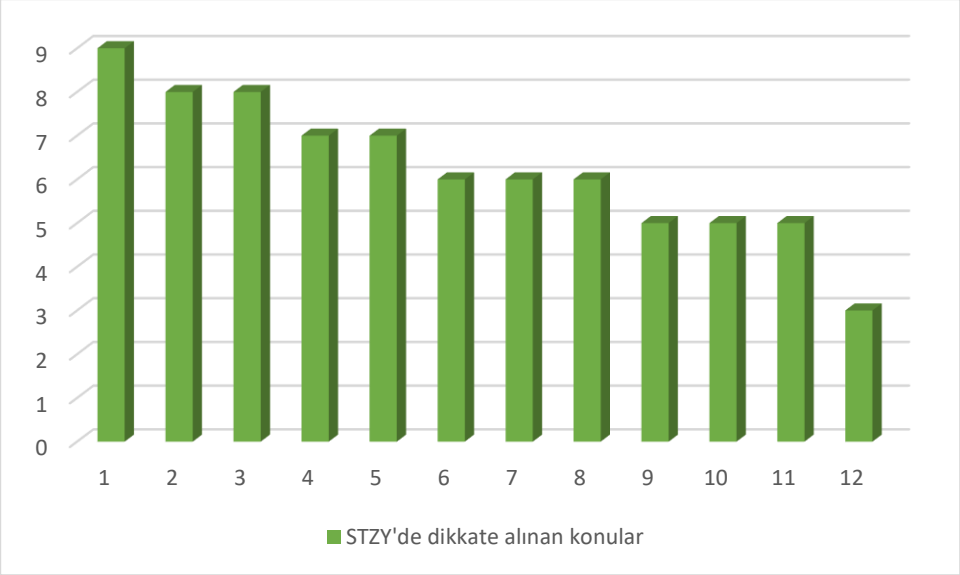
BİST sürdürülebilirlik endeksinde yer alan savunma sektöründeki işletmeler incelendiğinde, endekste 64 firma olmasına rağmen, yalnızca 2 firmanın sürdürülebilirlik endeksinde yer aldığı ve savunma sanayinde hizmet veren yalnız 4 firmanın sürdürülebilirlik raporlarını hazırlayarak raporlarını internet sayfalarında kamuoyuna sundukları tespit edilmiştir. Bu işletmeler; ASELSAN, TUSAŞ, Otokar, Anadolu Isuzu'dur. Roketsan, TEI, FNSS, Nurol Makine, STM ve BMC işletmeleri ise internet sayfalarında sürdürülebilirlik uygulamalarında bulunduğundan bahsetmiş ve gelecek dönemlerde sürdürülebilirlik raporları hazırlayacaklarını belirtmişlerdir. Şekil 1'de incelenen firmalardan sürdürülebilirlik raporu hazırlayanlar ile sürdürülebilirlik uygulamalarına sitelerinde yer verenleri gösteren firmalarla ilgili karşılaştırma yapılmıştır.



Şekil 1. Sürdürülebilirlik raporu hazırlayan ve hazırlamayan firmaların karşılaştırılması

GRI Sürdürülebilirlik Raporlaması sürdürülebilirlik raporlarının hazırlanmasında en sık kullanılan standartlardan biridir (GRI-Global Reporting Initiative G4). Yapılan incelemede, savunma sanayinde sürdürülebilirlik raporu hazırlayan 4 firmadan 3'ünün GRI standartlarından faydalanarak sürdürülebilirlik raporlarını hazırladıkları tespit edilmiştir.

Sürdürülebilirliğin en önemli halkalarından birini STZY uygulamaları oluşturmaktadır. Çalışmada incelenen 10 sanayi firmasından TEİ hariç tümünde STZY uygulamalarına yer verdikleri tespit edilmiştir. Şekil 2'de incelenen firmaların STZ kapsamında dikkate aldıkları kriterler belirtilmiştir. Çalışmada 9 firmaya ait STZY uygulamaları incelenmiştir. 9 firmanın tümünün sürdürülebilir tedarik zincirinin oluşturulabilmesi için "Standartlara uyan tedarikçiler ile çalışmak" kriterini dikkate aldığı görülmektedir.



No	STZY'de Dikkate Alınan Konular
1	Standartlara uyan tedarikçiler ile çalışma
2	Çevreye duyarlı tedarikçiler ile çalışma
3	Yerel tedarikçilerle çalışma
4	Sürdürülebilir satın alma/Sürdürülebilir Tedarik Zinciri
5	Tedarikçilerin çevresel ve sosyal denetime tabi tutulması
6	Tedarikçilerin uyacağı etik ilkelerin belirlenmesi
7	Çalışan haklarının dikkate alınması
8	Tedarikçi değerlendirme prosedürü uygulama
9	Ürün ve hizmet yeterliliği ile kalitenin sağlanması
10	Çevreye duyarlılık konusunda bilinçlendirme
11	Tedarikçilerin iş ve çalışan koşullarını dikkate alma
12	Topluma duyarlı tedarikçiler ile çalışma

Şekil 2. Sürdürülebilir tedarik zinciri kapsamında firmaların dikkate aldıkları kriterler

Şekil 2 incelendiğinde, sürdürülebilirliğe önem veren savunma sanayi şirketlerinin tedarikçilerinin seçiminde "Çevreye duyarlı tedarikçilerle çalışma" kriterine önem verdikleri görülmektedir. Sürdürülebilirlik, ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğin birleşiminden meydana gelmektedir. Bu yüzden STZY'ni uygulamak isteyen firmaların çevresel konularda duyarlı olması ve çevreye duyarlı tedarikçilerle çalışması büyük önem taşımaktadır. Şekil 2'de sürdürülebilir tedarik zincirine önem veren firmaların dikkate aldıkları diğer kriterlere de sırasıyla yer verilmiştir.

Sürdürülebilirliğin önem kazandığı günümüzde sürdürülebilir tedarik zincirini kurmak isteyen savunma sanayinde faaliyet gösteren firmaların önem sırasına göre aşağıdaki kriterlere dikkat etmesi gerekmektedir:

1. Standartlara uyan tedarikçiler ile çalışmak.
2. Çevreye duyarlı tedarikçiler ile çalışma
3. Yerel tedarikçiler ile çalışma.
4. Sürdürülebilir satın alma/ sürdürülebilir tedarik zincirini oluşturma.
5. Tedarikçilerin çevresel ve sosyal denetime tabi tutulması
6. Tedarikçilerin uyacağı etik ilkelerin belirlenmesi
7. Çalışan haklarının dikkate alınması

8. Tedarikçi değerlendirme prosedürü uygulama
9. Ürün ve hizmet yeterliliği ile kalitenin sağlanması
10. Çevreye duyarlılık konusunda bilinçlendirme
11. Tedarikçilerin iş ve çalışan koşullarını dikkate alma
12. Topluma duyarlı tedarikçiler ile çalışma.

SONUÇ

Sürdürülebilirlik teriminin farklı bağlamlarda farklı anlamları bulunmaktadır. Değişken tanımlar, belirli bir kuruluşun, kişinin veya toplumun değerlerini ve ihtiyaçlarını yansıtmaktadır. Kavramın altında yatan fikir, mevcut işleyiş biçimini sürdürmek ve uzatmak anlamına gelen "sürdürme" terimine dayanmaktadır. Ulusal güvenlikle ilgili olarak sürdürülebilirlikten beklentiler iki ana eksene oturmaktadır. Biri kaynakların mevcudiyeti, üretim, ekonomik istikrar, çevrenin korunması, bir toplumun sosyo-politik sürdürülebilirliği gibi uzun vadeli ulusal hedefleri desteklemeye yönelik diğeri ise bir ulusal savunmanın kendisinin sürdürülebilirliği (satın alma ve satın alma, operasyonel enerji desteği vb.) oluşturan amaca yönelik hedeflerdir. İlk eksen, özellikle askeri operasyonlara girişmek için önemli olan sistemin (Atlason ve Gerstlberger, 2017) etkinliğinin ve dayanıklılığının bir işlevi olarak açıklanabilir. Askerî operasyonlarda sürdürülebilirliğin yanı sıra, sürdürülebilirlik faaliyetlerinin uygulanması da savunma çıktılarının optimizasyonu için önemli bir adım olarak atılabilir (Goerner, Lietaer ve Ulanowicz, 2009). Genel olarak, birkaç ülkedeki (örneğin ABD, Birleşik Krallık ve Avustralya) savunma sektörleri, sürdürülebilirlik yaklaşımlarını uygulayan endüstri ve topluluklarda gördükleri operasyonel, finansal ve çevresel faydaları sürdürülebilir bir savunma için ortaya koymaktadırlar (Lachman ve ark., 2009).

Çalışmada Türkiye'de savunma sanayinde faaliyet gösteren 10 firmanın sürdürülebilirlik ve STZY faaliyetleri incelenmiştir. Savunma sanayinde faaliyet gösteren 10 firmadan yalnız 4'ünün sürdürülebilirlik raporu hazırladığı kalan 6'sının ise yaptıkları sürdürülebilirlik uygulamalarına internet sitelerinde yer verdikleri tespit edilmiştir. İncelenen 10 firmadan 9'unun STZY uygulamalarına önem vermektedir. STZY kapsamında firmaların dikkate aldığı kriterler belirlenmiştir. STZY uygulamalarının incelendiği 9 firmadan tümünün "Standartlara uyan tedarikçiler ile çalışma" kriterini dikkate almaktadır. Yapılan çalışmada incelenen 9 şirketten 8'inin ise STZY kurmak için "Çevreye duyarlı tedarikçilerle çalışma" kriterine önem verdiği görülmektedir. Firmaların STZY'de dikkate aldığı bir başka önemli kriter ise "Yerel tedarikçilerle çalışma"dır. Çalışmada savunma sanayinde faaliyet gösteren 9 firmanın STZY kapsamında dikkate aldıkları kriterler belirtilmiştir. Çalışmanın son bölümünde ise savunma sanayinde faaliyet gösterip sürdürülebilir tedarik zincirini oluşturmak isteyen firmaların dikkate alması gereken kriterler hakkında öneride bulunulmuştur.

Sürdürülebilirlik uygulamalarını yalnızca ordu içinde ayrı bir program veya girişim olarak değil, aynı zamanda "Ordunun misyonunu desteklemek için planlama, eğitim, teçhizat dahil olmak üzere yaptığı her şeye entegre bir örgütlenme ilkesi" olarak uygulanması hem sektörel düzeyde hem ülke açısından önemli faydalar sağlayacağı öngörülmektedir. Bu çabanın amacı, dayanıklılık, çeviklik, esneklik ve kuvvet koruması açısından daha fazla operasyonel etkinliğe sahip olma yeteneği kazanabilmektir. Stratejide belirlenen hedeflere ulaşmanın araçları, tümü karşılanabilir, sürdürülebilir bir güce yol açan enerji yönetimi, çeşitlendirme, artan verimlilik ve talep azaltmadır. Sürdürülebilirlik, uzun vadeli bir perspektifte potansiyel etkinlik ve konuşlandırılabilirlik üzerinde büyük bir etkiye sahip olabileceğinden, savunma yeteneklerinin geliştirilmesinde ve sürdürülmesinde önemli bir faktörü temsil etmektedir1. Ülkede yaşanan olumsuz ekonomik koşulları iyileştirmek için hükümetler, ülkenin askeri gücünü üretme potansiyelini ve kullanma şeklini değiştirmeyi arzulamaktadır. Yeni yaklaşımlar ve kavramlar, bu çabayı desteklemeye yardımcı olmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı, ekonomik, sosyal ve çevresel yönleriyle savunma sektörünün daha güçlü bir yapısı olmasını ve uzun vadeli bir dayanıklılığı sağlamasını desteklemektedir. Sektörel bazda uygulamalar, örneğin enerji verimliliğini artırmaya ve fosil yakıt enerji tüketimini azaltmaya odaklanan yaklaşımların, işletme maliyetlerini önemli ölçüde azaltabileceğini ve savunma sektörünü "dış dünya" kaynaklarına daha az bağımlı hale getirebileceğini göstermektedir. Yeni yaklaşımlar, yeni

[1] Şu anda, ABD Ordusunun çabalarının temel taşı Net Sıfır Stratejisidir. Bu strateji, askeri tesislere bir yıl boyunca sahada kullandıkları kadar enerji üretmeleri için rehberlik etmeyi amaçlamaktadır.

stratejik kültürü içermektedir. Bu nedenle yalnızca kuruluşa değil, daha geniş bir topluma fayda sağlamayı amaçlayan sürdürülebilir tedarik gibi kavramların ön plana çıkması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Aksoylu, S. ve Taşdemir, B. 2020. Kurumsal sürdürülebilirlik performans değerlendirmesi: Bist sürdürülebilirlik endeksinde bir araştırma. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13(1), 95-106.

Atlason, R. S., and Gerstlberger, W. 2017. Which factors characterize sustainable behavior of defense forces?. Journal of Cleaner Production, 164, 230-241.

BIST 2021. BIST sustainability index. Available at: https://borsaistanbul.com/tr/ [15.10.22]

Desticioğlu Taşdemir, B. 2022. Sürdürülebilirlik Raporlarının Tedarik Zinciri Yönetimi Açısından İncelenmesi, 3rd International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences, 20-23 Temmuz 2022, Konya.

Desticioglu, B., & Ozyoruk, B. (2022). Sustainable Supply Chain Management and Application of BIST Sustainability Index. In International Conference on Management Science and Engineering Management (pp. 693-704). Springer, Cham.

Celayir, D. 2020. Kurumsal Yönetim Açisindan Sürdürülebilirlik Raporlarinin Güvencesi Ve Borsa İstanbul (Bist) Sürdürülebilirlik Endeksi Üzerinde Bir İnceleme. Business & Management Studies: An International Journal, 8(1), 20-44.

Goerner, S. J., Lietaer, B., and Ulanowicz, R. E. 2009. Quantifying economic sustainability: Implications for free-enterprise theory, policy and practice. Ecological Economics, 69(1), 76-81.

Holcner, V., and Smiljanic, D. 2018. Stability of Defence Expenditures and the Concept of Sustainability in Defence Sector. In Conference: 22nd International Conference “Current Trends in Public Sector Research”; The University Centre in Šlapanice: Brno, Czech Republic.

Karakoç, N., Eren, T. ve Özcan, E. 2020. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi İçin Endüstri 4.0’daki Zorluklarin Değerlendirilmesi. Endüstri Mühendisliği, 31(2), 215-233.

Lachman, B. E., Pint, E. M., Cecchine, G., and Colloton, K. 2009. Developing Headquarters Guidance for Army Installation Sustainability Plans in 2007. Rand Corp Santa Monica Ca.

Seuring, S. and Müller, M. 2008. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of cleaner production*, *16*(15), 1699-1710.

Şişman, B., Doğan, M. ve Ağca, V. 2016. Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16(1), 75-96.

UNDESA Division of Sustainable Development 1992. Agenda 21 chapter 3: Combating poverty.

World Commission on Environment and Development (WCED). 1987. *Our common future*. Oxford: Oxford University.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Fibers used in sports clothes and some features of sports clothes

Esra Taştan Özkan[1]* (ORCİD: ID/ 0000-0001-8950-6048)

[*1] Bitlis Eren University, Fine Arts Faculty, Traditional Turkish Arts Department, Bitlis, Türkiye.

*e-mail: etastan@beu.edu.tr

Abstract

Nowadays, with the effect of the pandemic, sports can be done mostly in indoor conditions and at home. The most important feature that should be found in sportswear is thermophysiological comfort, which provides the continuity of the thermal balance by balancing the heat and moisture losses occurring on the skin surface. That is, the sweat on the body surface or the inner layer of the garment should be transferred to the outer layer and the skin surface should remain dry. Especially in sportswear, capillary transfer mechanisms should be developed. Knitted fabric structures are preferred to provide physical comfort, especially in sportswear. Because knitted fabrics have the ability to stretch and provide freedom of movement. At the same time, they have good handle characteristics and quickly remove sweat from the body. Microfiber polyester fibers are the most commonly used fibers in the production of sportswear due to their breathability. In addition, fibers such as Coolmax, Tencel, and Modal are among the most used fibers in sportswear production today. The aim of this study is to mention the properties of sportswear and fiber structures commonly used in the production of sportswear. As a result, information will be given about the factors to be considered while producing and purchasing sportswear. In addition, the properties of the fibers most used in the production of comfortable sportswear will be explained.

Keywords: Sports clothes, heat and water vapour resistance, moisture management, fibers

1. INTRODUCTION

Sportswear is the name given to clothing worn in different climatic conditions or different activity conditions. Nowadays, the expectations of athletes from the clothes and tools while doing sports have increased with the development of technology. Today, expectations from sportswear are features such as UV protection, flexibility, high durability, antibacterial, as well as heat and moisture transfer properties. Some of the studies about sports clothes was given in below:

Çivitçi and Dengin (2014), investigated the thermal, sensorial, physical, and esthetic problems of athlete clothes with a questionnaire. It was stated that athletes gave the most importance to physical comfort and lightness in their running clothes, and the problems they experienced most were deforming quickly, not having the ability to keep cool, sweating, and nope.

Kirsanova et al. (2015), investigated technical features expected from gymnastics leotards with a questionnaire. It has been stated that the expectations from these garments are elasticity, color fastness, hardness, pressure, thickness, permanent deformation, and surface strength.

Kara and Yeşilpınar (2017), investigated the characteristics of sailing suits and developed a functional sailing suit. For this purpose, a survey study was conducted and it was determined that sailors preferred more waterproof sweatshirts/jackets. As a result, the waterproof feature of the sweatshirt design and the clothing design are produced in such a way that the lower layer of clothes can be worn.

Tama et al. (2019) investigated the effect of water-repellent finishing on the thermal resistance features of rowing shirts. The heat loss of rowing shirts was measured with a thermal manikin. It was observed that the thermal resistance of rowing t-shirts was affected by both water repellent finishing and the structure of the garment. It was

suggested that the thermal manikin tests must be done in different air temperature and relative humidity conditions on rowing t-shirts in future studies.

Kaplan and Yılmaz (2020), investigated the performance properties of double face sports clothing produced from functional materials. Fibers advantageous in terms of comfort such as wool, Viloft®, Nilit Heat® and Thermosoft® are used on the inside, polyester (PET), polyamide (PA) and polypropylene (PP) are used on the outside. It was stated that Viloft® has a smoother surface, wool has a rougher surface that can cause deformation, and a fabric with a PP, Viloft® or Heat® inner surface and a PA outer surface can be used as sports underwear.

Michaelson et al. (2020), investigated compression garment needs and satisfaction levels of female athletes with an online questionnaire. The results indicated that these products should emphasize the female athlete identity of women more and that they were pleased with the mobility and durability features of the compression garment. It has been stated that the problems encountered in this area are mostly related to the upper body fit features, and this problem is more common in parts such as the neck and wrist.

Özkan and Kaplangiray (2020), investigated the thermophysiological comfort features of fabrics used in athlete garments. The weights of tested fabrics were selected closely to observe the impact of yarn type on air permeability, thermal insulation, water vapour resistance, and moisture management features of fabrics. It was found that TS Tencel single jersey and PM polyester mesh knitted fabrics or their combinations can be used for the manufacture of athlete garments. Because athletes must throw away the sweat from the skin surface during the activity and this is probable with the low water vapour resistance of the fabric.

Kara et al. (2021), investigated the requirements of cyclists for cycling clothing with a questionnaire and with the help of the data from this questionnaire, a protective cycling top was designed. It was concluded that cyclists have high expectance of their garments in terms of physiological comfort. Moisture management finishing may modify the comfort features of the cycling jerseys.

Atalie et al. (2021), investigated different combinations of inner and outer layers on the thermal comfort properties of sportswear. Three inner and four outer layers were utilized for the production of twelve sportswear and the thermal properties of these layers were measured separately. The results showed that the highest thermal insulation value was observed in sportswear made from a 60% cotton/30% polyester/10% elastane inner layer and a 100% polyester outer layer. Also, fabrics produced from polyamide showed a slightly higher thermal conductivity, whereas cotton-based fabric combinations showed the lowest thermal insulation because of their higher thermal conductivity.

Cheng et al. (2022), investigated the comfort of tight fitting sportswear with a new method name the Particle Swarm Optimization Cuckoo Search model. The tests were made in the climate room, with an average temperature of 5.1 °C, a humidity of 78%, and an average wind speed of 19.1 km/h. Likert scale was used for the evaluations of subjective comfort sensation. The results showed that this new model has a high predictive ability for sports comfort sensation, which can changeable wearing trials, and could provide the comfort of every sports situation more precisely.

Sportswear is a topic that keeps its novelties from past to present, there are many studies on the thermal comfort features of sportswear especially. The aim of this study is to give information about the fibers used in sportswear production and the main properties of sports wears. Also, the contribution of this study to the literature is that it mentions the latest developments and necessities in this field.

2. FİBER TYPES USED İN SPORTSWEAR PRODUCTİON:

The most commonly used fibers in the production of sportswear and the properties of new generation high-performance fibers are listed below.

Polyester

Besides the high dimensional stability of polyester, it has high resistance to dirt, alkali, aging, mold, and many organic solvents. It has an excellent thermal resistance and thermal stability. In addition, polyester is used in active sportswear because of low moisture absorption, ease of use, and cheap price. Polyester is basically a hydrophobic

material and does not absorb moisture. Therefore, special processes are applied to polyester to gain moisture absorption features.

Nylon

The properties of nylon fibers are lower weight, high strength, softness, and high durability. Nylon has more moisture retention than polyester, so its capillary wetting property is better. It is mostly used in sportswear made in outdoor conditions because it insulates heat due to its low air permeability properties. Also, Nylon fiber is coated with PU to increase the usage area in sportswear.

Killat N23

Killat N is a nylon hollow filament that makes up about 33 percent of the cross-section of each filament, as the hollow portion gives it good water absorbency and heat retention. The yarn is spun into a two-component filament yarn with soluble polyester copolymer as the core and nylon as the outer part. The soluble polyester copolymer is then dissolved using an alkaline weight loss process to form a large hollow portion (Chaudhari et al., 2004).

Polypropylene

Polypropylene fiber also does not absorb sweat. However, the most important advantage of polypropylene fiber is that it does not lose its insulation feature even in wet conditions. Polypropylene is preferred because of its moisture management properties and its ability to feel warm in cold weather and cool in hot weather.

Microfibers

The improvement of the properties of textile fibers and the use of textile fibers in many different application areas have led to the rapid development of microfiber technology and increased the potential for use in the textile industry. In general, fibers with a linear density below 1 dtex are considered microfibers, and fibers below 0.3 dtex are considered super microfibers (Purane and Panigrahi 2007).

Hygra 20

Produced by the Unitika company, this fiber consists of a combination of water-absorbing polymer and nylon. The polymer with a water absorption feature absorbs water up to 35 times its own weight thanks to its internal structure. It also has excellent antistatic properties even in wet conditions. More use in athletics, ski, and golf apparel is available.

Lycra25

It is a synthetic fiber with a long polymer chain containing at least 85% Polyurethane. It is preferred in swimming suits, active sportswear, and gymnast suits due to its comfort and fit properties. Fabric structures to which lycra fiber is added. It has excellent elasticity and growth properties.

Coolmax

Coolmax fabric structure has been developed by ADVANSA by using special polyester yarns with an expanded surface area. Faster evaporation is achieved due to the large surface areas seen in the CoolMax® fiber cross section. In addition, the large gaps between the filaments allow for greater breathability. Especially in performance athletes, sweat is absorbed and evaporated before it dries in the body with the unique feature of the fabric.

Supplex

With its thinner multifilament structure, it has more flexible, light, and soft features than standard Nylon. Due to its water-repellent and breathable structure, Supplex® fiber finds use in swimming suits, active sportswear, aerobics, leggings, and tights when used with Lycra®.

Coolplus

Coolplus® is a functional fiber with polyester raw material that can breathable and regulate the humidity in the body. There are micro-holes on the specially created fiber surface, which absorbs the sweat from the skin surface quickly and throws it out, causing the fabric to dry quickly.

Tencel

Tencel fiber is used in all kinds of clothing industry, from men's and women's clothing to heavy denim pieces, from underwear to sports equipment. It is a fiber with a soft, silky handle and high drape. Due to its natural feature, it has the property of being breathable and transferring moisture very well. It is a very preferred fiber especially in sportswear, as it does not give a feeling of discomfort after sweating. It retains its brightness and color even after many washes, so it has high color fastness.

Modal

The modal fiber developed by the Lenzing company is widely used in sportswear due to its ability to transfer sweat very well. For this reason, it is especially preferred during activities in hot ambient conditions. In addition, they have a soft touch and natural whiteness. Modal/cotton blends provide 100% naturalness in use since both types of fibers are cellulosic based and natural. When mixed with modal cotton, it provides a delicate, comfortable handle, shine, and high wet and dry strength properties (Lenzing, 2007).

3. MAIN PROPERTIES OF SPORTS CLOTHES

Air Permeability:

Air permeability is one of the most important features affecting the comfort features of sports clothes. This feature, which determines the breathability of the clothes, helps to remove excess heat from the body by providing air circulation in the area between the skin and the cloth.

Thermal Resistance:

It is a concept that indicates the clothing's resistance to heat transfer. It varies directly with the thickness of the material and is inversely proportional to thermal conductivity. Especially in activities carried out in cold weather conditions, high heat insulation can be obtained in clothes with high thermal resistance properties. On the other hand, fabrics with low thermal resistance value and thickness are used in summer clothes. Especially in outdoor conditions and endurance sports, sportswear should have high thermal resistance properties. If the thermal resistance value of the garment is low, especially in sub-zero ambient temperatures, the body is at risk of hypothermia. Hypothermia is defined as the condition that results from the body losing more heat than it can produce over a long period of time.

Moisture Transfer:

When the ambient temperature increases, sweat glands work faster and liquid sweat is collected on the skin's surface. This situation causes the athletes to feel uncomfortable. For this reason, good sportswear should not only transfer water vapour but also liquid sweat easily to the outer surface of clothing.

Capillarity:

Various wetting mechanisms such as spreading, absorption, and adhesion are seen in the wetting of fabric surfaces. The liquid, which is added to the fabric structure by wetting mechanisms, disperses by moving through the capillary channels. Although both are seen as separate phenomena, wetting and capillarity are not independent of each other; Wetting is required for capillarity to appear, and both are the result of a single process. Liquids that do not wet the textile fibers cannot spread through the fabric.

Body Movement Comfort

One of the most important features that should be in sportswear is that the garment takes the shape of the body, provides certain flexibility depending on the activity, and provides ease of movement. Especially in sportswear, knitted fabric structures are preferred to provide body movement comfort. Because knitted fabrics have the feature of stretching and provide freedom of movement. At the same time, their handling properties are good and they quickly remove water vapour from the body.

4. CURRENT DEVELOPMENTS IN SPORTS CLOTHES

Today, expectations from sportswear can be counted as providing heat and humidity comfort and creating a pressure effect for certain sports branches. In addition, consumers now prefer environmentally friendly products, do not want too much chemical and water consumption in the production processes of the clothes, and they also

want the clothes to be sustainable. Recreational Equipment Inc. (REI) company set sustainability standards for new products for all brands sold online and in its stores in 2018, and these standards set an example for all other retailers in the industry. Developed by Adidas, the UltraBOOST Parley sneakers feature a PrimeKnit upper, which is 85% ocean plastic and is made from 11 plastic bottles collected from the beaches. Adidas Deep Ocean Blue color group has produced this product group, inspired by the Mariana Trench, where the deepest part of the world's oceans and the deepest known part of plastic pollution are located (Adidas, 2021). The company named Patagonia has taken and continues to take steps towards making itself a more sustainable brand. They are available to the public on their site, which can be found with a map of all their farms, factories, and textile mills, as well as promoting the reuse, repair, and trade/buying of second-hand clothing through the WornWear initiative. PACT produces sustainable activewear for men, women, and children. This company, which has the GOTS certificate (Global Organic Textile Standard), supplies all of its materials in an environmentally friendly and sustainable way. No toxic dyes or chemicals or artificial fertilizers are used in cotton production.



Figure 1. T-shirt sample produced with sustainable processes (https://www.customisedsportswear.com)

The safety factor is now among the issues that sportswear manufacturers pay attention to when designing clothes. In particular, body suits are produced for skiers and snowboarders that turn into airbags to prevent terrible physical damage during the performance and prevent possible injuries. The technology called LZR Pulse, developed by Speedo reduces friction, as well as reducing the weight of the fabric further and pushing water efficiently, further reducing friction. In addition, an ultrasonic welding process was applied to the final product, resulting in a 6% reduction in friction. German Textile and Fiber Research Institutes Denkendorf (DITF) and project partner T1TAN GmbH protect goalkeepers from injury with the goalkeeper gloves they have developed. The glove design absorbs the force taken by the fingertips and distributes it to the forearm through a strong elastic wrist cuff and load-bearing textile straps, thus preventing deformation and eliminating the need for plastic splints attached to the outer hand. Entrant HB is a new generation fabric with a hybrid structure that combined the advantages of coating (well-balanced moisture permeability) and lamination (high water resistance) used in outerwear. It has high resistance to water pressure and high durability against repetitive washings (Harlin et al., 2019).



Figure 2. Snowboard clothes and equipments

5. CONCLUSION

In this study, innovative fibers used in sportswear and the performance properties that should be found in sportswear are mentioned. In this article, information is given about properties such as thermal resistance and moisture transfer, and compression properties that should be found in sportswear. In addition, information was given about new developments in sportswear and the concept of sustainability. As a result, it is thought that this field is a sector open to development and that more companies will focus on the concept of sustainability in the future. As a result, information was given about the factors to be considered while producing and purchasing sportswear.

REFERENCES

Adidas 2021. Our Sustainability Initiatives. Available at: https://report.adidas-group.com/2021/en/at-a-glance/2021-stories/our-sustainability-initiatives.html [21.11.2022]

Atalie D, Tesinova P, Tadesse MG, Ferede E, Loghin I, Loghin D, Loghin E 2021. Thermo-Physiological Comfort Properties of Sportswear with Different Combination of Inner and Outer Layers. Materials, 14: 1-12.

Chaudhari, S. S., Chitnis, R. S., & Ramkrishnan, R. (2004). Waterproof breathable active sports wear fabrics. Man-made textiles in India, *5*: 166-171.

Cheng P, Wang J, Zeng X, Bruniaux P, Tao X, Chen D 2022. Research on winter sportswear comfort and its visual model, Visual Computer. https://doi.org/10.1007/s00371-022-02596-x

Çivitçi Ş, Dengin S 2014. A Research on Assessment of Comfort of Jogging Suits by Users. International Journal of Science Culture and Sport, 1: 553-569.

Harlin A, Jussila K, Ilen E 2019. High PerformanceTechnial Textiles: Sports Textiles and Comfort Aspects. John Wiley & Sons Ltd.

Kaplan S, Yılmaz B 2020. Investigating Friction and Some Performance Characteristics of Double Face Sports Clothing Fabrics Made of Functional Materials, Uludag UniversityEngineering Faculty Journal, 25(3): 1359-1372.

Kara Ş, Yeşilpınar S 2017. Determination of Sailors' Requirements for a Functional Sailing Garment Design, Textile and Engineer, 24: 290-304.

Kara Ş, Yeşilpınar S Arslan M 2021. A Survey and Design Study of a Protective Cycling Top Wear, Fibres and Textiles. 28(1): 31-45.

Kirsanova EA, Chalenko EA, Shustov YS, Sanzhieva GV 2015. Application of quality function deployment method for determining performance properties of sportswear. Fibre Chemistry, 47 (2): 130-132.

Michaelson D, Gascon S, Teel KP 2020. Investigating female athlete's compression garment needs and satisfaction levels. International Journal of Fashion Design, Technology and Education, 13: 247-255.

Purane SV, Panigrahi NR 2007. Microfibers Microfilaments and Their Applications. Autex Research Journal, 7(3): 148-158.

Tama D, Catarino A, Abreu MJ 2019. Evaluating the Effect of Water-Repellent Finishing on Thermal Insulation Properties of Rowing Shirts Using a Thermal Manikin. Textile and Apparel, 29(4): 279-288.

Özkan ET, Kaplangiray B 2020. Investigating Thermophysiological Comfort Properties of Fabrics Used in Athlete Clothes. Journal of Fashion Technology & Textile Engineering, 8 (3): 1-6.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Geleceğin Gıdaları ve Gıda Teknolojisi İçin Öngörüler

Sibel Bölek (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4967-9416*)

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gıda Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar: e-mail: sibel.bolek@sbu.edu.tr

Özet
Doğduktan itibaren hayatın devamlılığı için insanlığın en temel gereksinimlerinden biri gıdadır. Geçmişten günümüze kadar, gıdayı yeterince üretebilmek ve en iyi şekilde muhafaza edebilmek adına birçok teknik geliştirilmiştir. Dünya nüfusunun hızla artmasına bağlı olarak besin gereksiniminin de artması ancak ekilebilir alanların azalması gelecekle ilgili kaygıları arttırarak insanlığı alışılmışın dışında yeni besin kaynaklarından yararlanmaya ve mevcut kaynakları geliştirmeye yöneltmiştir. İnsan gıdası olarak görülmeyen gıda atıklarının değerlendirilmesi, mikroorganizmalardan elde edilen mikroproteinlerin besin maddesi olarak kullanılması, laboratuvar koşullarında üretilen et, çiftlik ürünü olmayan süt içecekleri, yenilebilir böcekler için farklı işleme teknolojilerinin geliştirilmesi söz konusu alternatiflerden bazılarıdır. Diğer taraftan topraksız ve dikey tarım uygulamaları ekilebilir alanlara alternatif sağlanması ve suyun daha verimli olarak kullanılması amacıyla geliştirilmiş uygulamalar olarak ön plana çıkmaktadır. Ayrıca tüketicilerin gıdadan artık sadece doyurucu olmasını değil aynı zamanda sağlık açısından pek çok faydalar sağlamasını beklemesi fonksiyonel gıda üretimini ve fonksiyonel gıda olarak kullanılabilecek kaynaklar üzerine yapılan çalışmaların artmasına neden olmuştur. Bu çalışmada alternatif gıda kaynakları ve geleceğin gıdaları hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.
Anahtar Kelimeler: fonksiyonel gıda, mikroprotein, dikey tarım

Abstract
From birth, one of the most basic needs of humanity for the continuity of life is food. From past to present, many techniques have been developed to produce enough food and to preserve it in the best possible way. Due to the rapid increase in the world population, the increase in need for food, but the decrease in arable land has increased the concerns about the future and led humanity to benefit from unusual new food sources and develop existing resources. The evaluation of food wastes that are not considered as human food, the use of microproteins obtained from microorganisms as nutrients, the meat produced under laboratory conditions, the development of different processing technologies for edible insects are some of the alternatives. On the other hand, soilless and vertical farming applications come to the forefront as applications developed to provide an alternative to arable land and to use water more efficiently. In addition, the fact that consumers expect from food not only to be satisfying but also to provide many health benefits has led to an increase in studies on functional food production and sources that can be used as functional food. In this study, it was aimed to give information about alternative food sources and the foods of the future.
Keywords: functional food, microprotein, vertical farming

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artışıyla birlikte gıda ihtiyacının da artması ancak ekilebilir alanların gittikçe azalmasına bağlı olarak duyulan endişeler insanlığı alışılmışın dışında yeni gıda kaynakları aramaya ve mevcut kaynakları geliştirmeye yöneltmiştir. Bilinen gıda üretim kaynaklarına alternatif yöntemler önerilmeye başlanmış insanlar tarafından gıda olarak kullanılmayan ürünler gıda olarak kullanılabilir hale getirilmiştir. Bu bağlamda gıda atıklarının değerlendirilmesi, mikrobiyal kaynaklardan mikroprotein üretimi, böceklerin gıda olarak kullanımı, yapay et çalışmaları, çiftlik ürünü olmayan süt içecekleri ve algler alternatif gıda kaynağı olarak ön plana çıkmaktadır (Alçay ve ark., 2017). Diğer taraftan dikey tarım uygulamaları ve topraksız tarım uygulamaları gittikçe önem kazanmaktadır (Gökırmaklı ve Bayram, 2018) Bu derlemede alternatif gıda kaynakları ve güncel gıda üretim ve işleme teknolojileri hakkında bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Geleceğin Tarımı İçin Öngörüler

Dünya nüfusu hızla artarken ekilebilir alanların gittikçe azalması tarımsal faaliyetler için alternatif teknikler geliştirilmesi gerekliliğini beraberinde getirmiştir. Bu kapsamda topraksız tarım uygulamaları ön plana çıkmaktadır. Topraksız tarım, tarım için uygun olmayan koşullarda bitki, ürün yetiştirmek için uygulanan yöntemdir. Toprağın tarım için uygun koşulları taşımadığı ortamda daha çok tercih edilen uygulamadır (Adak, 2010). Bu sistem sayesinde bitkilerin topraktan aldığı vitamin ve mineraller, özel olarak hazırlanan bitki sıvılarından alınır. Bu süreçte toprağa gerek duyulmaz. Hidroponik tarım adıyla

bilinen topraksız tarım, çiftçilerin de verim almasına katkıda bulunur. Kolay ve sağlıklı bir tarım sistemi olduğu için toprağı gübreleme ya da sürme işi gerektirmez. Gerekli vitamin ve mineraller, profesyonel şekilde hazırlandıktan sonra topraksız tarımda kullanılır. Topraksız tarım uygulamaları günümüzde seracılığın geliştiği ülkelerde (Hollanda, Belçika ve Japonya) oldukça yaygın olmakla birlikte, son yıllarda sera alanlarının fazla olduğu Akdeniz ülkelerinde de (İspanya, İtalya) artmıştır (Demirsoy ve ark., 2017). Topraksız tarımın su, gübre, pestisit kullanımını azaltması, meyve kalitesi ve verimini artırması, çevre dostu bir yöntem olması yanında, kontrollü yetiştiricilik imkânı sağlaması, iklim koşullarının uygun, fakat toprak koşullarının uygun olmadığı alanlarda yetiştiriciliğe imkan sağlaması topraksız tarım uygulamalarına ilginin giderek artmasını sağlamaktadır (Hernanz ve ark., 2008).

Topraksız takım uygulamalarının yanında dikey tarım ekilebilir toprak alanların azaldığı ya da hiç olmadığı apartman, gökdelen vb. yerlerde farklı materyaller ve sistemlerle tarım ürünlerinin dikine yetiştirilmesi önerisine dayanmaktadır. Dikey tarım uygulamaları pestisit ve herbisit gibi çevreyi kirleten tarım ilaçlarının kullanımını azaltırken erkencilik, verim ve kalite artışı sağlamaktadır. Diğer taraftan şehir merkezlerindeki yüksek arsa bedelleri, kurulum ve işletme maliyetlerinin yüksek olması dikey tarımın dezavantajlarındandır. Ayrıca ısıtma ve soğutma için yüksek enerji ihtiyacı gerekmektedir (Bingöl, 2015).

Yapay Et Uygulamaları

Günümüzde artan nüfus ve değişen tüketici eğilimleri ile birlikte alternatif protein kaynaklarına yönelik çalışmalar hız kazanmaktadır. Et yerine yaygın olarak kullanılan ilk alternatif protein kaynakları bitkiler ve mantarlardır. Bunun yanında bazı böcekler ve algler de protein kaynağı olarak görülmektedir (Van der Spiegel, 2013). Günümüzde bu bağlamda yapay et çalışmaları önem kazanmaktadır. Laboratuvar ortamında yetiştirilen doku ve hücrelerden elde edilen in vitro et için kültürlenmiş et, yapay et veya temiz et gibi terimler kullanılmaktadır. Yapay et üretimi ile geleneksel et üretiminin neden olduğu sera gazlarının artışı, orman ve arazi tahribatı ve tarım arazilerinin aşırı kullanımı gibi olumsuz etkilerin azalacağı tahmin edilmektedir (Sürek ve Uzun, 2020). Tüm bu söz konusu olumlu etkilerle birlikte yapay et ile ilgili etik kaygıların olması, sağlık açısından tamamen risksiz olduğunun henüz ispatlanamamış olması ve tüketicilerin ön yargıları nedeniyle yapay etin gelecekteki durumu belirsizliğini korumaktadır.

Böceklerin İnsan Gıdası Olarak Kullanımı

Nüfus artışı ve küresel ısınma ile birlikte tarım yapılabilecek araziler ve temiz su temininin zorlaşacağının ve bunun da artan nüfusun ihtiyacı olan gıda teminini olumsuz etkileyeceği öngörüldüğünden bazı böceklerin hayvansal protein kaynağı olarak değerlendirilmesi konusu tüm dünyada ön plana çıkmaktadır. Yüksek protein içeriği, üretim kolaylığı ve önemli düzeyde protein verimi ile çiftlikte böcek üretimi böcek protein endüstrisinin hızla gelişmesine neden olmuştur. (Halloran ve ark., 2016; Verkerk ve ark., 2007). Ancak böcek tüketiminin insan veya hayvan beslenmesinde sağladığı avantajlar yanında tüketimini sınırlandıran bazı risk faktörlerinin de olduğu göz ardı edilmemelidir (Belluco ve ark., 2013; Giaccone, 2005; Imathiu, 2020). Böceklerde yer alan mikroorganizmaların insan sağlığı açısından bir risk unsuru olup olmadığıyla ilgili çalışmalar henüz netlik kazanmamıştır (Demirci ve Yetim, 2021). Bu nedenle konu üzerinde daha fazla bilimsel çalışmanın yapılması gerekmektedir.

Alglerin İnsan Gıdası Olarak Kullanılması

Algler, hayvan yemi, gübre, doğal gıda boyası, gıda katkı maddesi, atık su arıtma, kozmetik sanayii gibi farklı alanlarda kullanılabildikleri bazı ülkelerde uzun yıllardır geleneksel gıdaların bir parçasını oluşturmaktadır. Makro deniz yosunlarında yüksek miktarda karbonhidrat, mineraller ve vitaminlerin bulunduğu saptanmıştır (Parjikolaei et al., 2016). Bilinen sebzelerle karşılaştırıldığında deniz yosunlarının lif açısından önemli bir kaynak olduğu söylenilebilir (Darcy-Vrillon, 1993). Deniz yosunları, besin takviyesi olarak veya dengeli bir diyetin parçası olarak ihtiyaç duyulan birçok temel yağ asidi için de zengin bir kaynaktır. Mikroalgler de zengin bir protein, karbonhidrat ve yağ asidi kaynağıdır (Aumeerun ve ark., 2019). Besin değeri yüksek olan bu organizmalar vitamin ve iz elementleri de içermektedir. Mikroalglerin bileşiminde bulunan ana madde ham proteindir. Proteince zengin mikro algler K, Na, Mg, Ca, P, S, Fe gibi minerallerin de önemli bir kaynağıdır (Fox ve Zimba, 2018). Sonuç olarak alglerin insan beslenmesi açısından önemli besin maddelerini içeren alglerin uygun şartlarda bir günde ağırlıklarını 2-3 katına çıkarabilmeleri, üretimlerinin kolay olması gibi nedenlerle gelecekte insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olacakları öngörülmektedir.

Fonksiyonel Gıdalar

Tüm dünyada sağlığı koruyucu ve iyileştirici olarak nitelendirilen gıdalara eğilim her geçen gün daha da çok artmaktadır (Bigliardi ve Galati, 2013; Siró ve ark., 2018). Türkiye'de ise, fonksiyonel gıda pazarı, özellikle son beş yılda büyük gelişme göstermiştir. Artan sağlık bilinciyle birlikte tüketicilerin fonksiyonel gıda ürünlerine yönelik talebine paralel olarak, birçok firma, pazara fonksiyonel gıdalar sunmaya başlamıştır (Hacıoğlu ve Kurt, 2012). Ares ve ark. (2017) tüketicilerin fonksiyonel gıda ürünlerini tüketmelerini sağlayan sağlık unsuru ile ilgili en önemli üç özelliğin kardiyovasküler hastalık riskini azaltma, kolesterolü düşürme ve tansiyonu düşürme olarak belirlemiştir. Günümüzde sıklıkla market raflarında karşımıza çıkan fonksiyonel gıdaların gelecekte hayatımızın bir parçası olacağı öngörülmektedir (Roberfroid, 2002).

Besin Bandı

Vücudun besinleri farklı emebilme yolları üzerine yapılan araştırma sonucu besin bandı geliştirilmiştir. Bandın yapışkan yüzeyinde bulunan moleküller vücuda yapıştıktan bir süre sonra serbest kalarak cildin gözeneklerinden kana karışmaktadır. Bantların tatlandırıcı ve renklendirici gibi herhangi bir katkı maddesi ve kalori içermemesi kullanımını cazip hale getirmektedir (Aydın ve ark., 2021).

Gıdalarda Nanoteknoloji Uygulamaları

Yeni bir uygulama alanı olarak gelişmekte olan nanoteknolojinin her alanda olduğu gibi gıda alanında da yaşamı büyük ölçüde etkileyeceği düşünülmektedir. Gıdaların işlenmesi, fonksiyonel gıda geliştirilmesi, yeni paketleme malzemeleri geliştirilerek raf ömrünün uzatılması, biyoaktif maddelerin taşınması ve kontrollü salınımı, patojenlerin tespiti, gibi uygulamalar nanoteknolojinin potansiyel gıda uygulamaları arasında yer almaktadır (Thiruvengadam ve ark., 2018). Protein, karbonhidrat ve yağ kaynaklı nanoparçacıklarla, gıda ürünlerine besin değeri, tekstür ve aroma açısından arzu edilen özelliklerin kazandırılması beklenmektedir (Tarhan ve ark., 2010).

Sonuç

Nüfus artışının büyük bir hızla devam etmesi gelecekte gıda kıtlığı yaşanacağı endişesini doğurmakta olduğundan gıda olarak değerlendirilmeyen çeşitlik kaynakların insan beslenmesinde kullanımı gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Günümüz teknolojisinde yaşanan gelişmeler ve insanlarda artan bilinç seviyesi, gelecek için olumsuz olabilecek durumların alınacak aksiyomlarla olumlu duruma gelmesini sağlayabilir. İlgili konularda yapılan bilimsel araştırmalara ağırlık verilmeli ve doğabilecek olumsuzluklar bertaraf edilmelidir.

KAYNAKLAR

Adak, N. (2010). Topraksız kültürde çilek yetiştirme olanakları. Alatarım, 9(2), 38-44.

Alçay, A. Ü., Bostan, K., Dinçel, E., & Varlık, C. (2017). Alglerin insan gıdası olarak kullanımı. Aydın Gastronomy, 1(1), 47-59.

Ares, G., Gimenez, A., & Gambaro, A. (2008). Uruguayan Consumers 'perception of Functional Foods. Journal of Sensory Studies, 23(5), 614-630.

Aumeerun, S., Soulange-Govinden, J., Driver, M. F., Ranga, R. A., Ravishankar, G. A., & Hudaa, N. (2019). Macroalgae and microalgae: novel sources of functional food and feed. In Handbook of algal technologies and phytochemicals (pp. 207-219). CRC Press.

Aydın, M., Danacıoğlu, D. A., & Türker, S. (2021). Gıda Teknolojisinde Yenilikçi Yaklaşımlar. Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi, 3(1), 19-36.

Belluco, S., Losasso, C., Maggioletti, M., Alonzi, C. C., Paoletti, M. G., & Ricci, A. (2013). Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. Comprehensive reviews in food science and food safety, 12(3), 296-313.

Bigliardi, B., & Galati, F. (2013). Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. Trends in Food Science & Technology, 31(2), 118-129.

Bingöl, B. (2015). Dikey tarım. Düzce üniversitesi Ormancılık dergisi, 11(2), 92-99.

Darcy-Vrillon, B. (1993). Nutritional aspects of the developing use of marine macroalgae for the human food industry. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 44, S23-S35.

Demirci, M., & Yetim, H. (2021). İnsan Gıdası Olarak Böcek Proteinleri Tüketimi ve Getirdiği Sorunlar. Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi, 3(2), 11-22.

Demirsoy, L., Mısır, D., & Nafiye, A. D. A. K. (2017). Topraksız tarımda çilek yetiştiriciliği. ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 27(1), 71-80.

Fox, J. M., & Zimba, P. V. (2018). Minerals and trace elements in microalgae. In Microalgae in health and disease prevention (pp. 177-193). Academic Press.

Gökırmaklı, Ç., & Bayram, M. (2018). Gıda için gelecek öngörüleri: Yıl 2050. Akademik Gıda, 16(3), 351-360.

Hacıoğlu, G., & Kurt, G. (2012). Tüketicilerin Fonksiyonel Gıdalara Yönelik Farkındalığı, Kabulü ve Tutumları: İzmir İli Örneği. Business & Economics Research Journal, 3(1).

Halloran, A., Roos, N., Eilenberg, J., Cerutti, A., & Bruun, S. (2016). Life cycle assessment of edible insects for food protein: a review. Agronomy for Sustainable Development, 36(4), 1-13.

Hernanz, D., Recamales, Á. F., Meléndez-Martínez, A. J., González-Miret, M. L., & Heredia, F. J. (2008). Multivariate Statistical Analysis of the Color− Anthocyanin Relationships in Different Soilless-Grown Strawberry Genotypes. Journal of agricultural and food chemistry, 56(8), 2735-2741.

Imathiu, S. (2020). Benefits and food safety concerns associated with consumption of edible insects. NFS journal, 18, 1-11.

Parjikolaei, B. R., Bruhn, A., Eybye, K. L., Larsen, M. M., Rasmussen, M. B., Christensen, K. V., & Fretté, X. C. (2016). Valuable biomolecules from nine north Atlantic red macroalgae: amino acids, fatty acids, carotenoids, minerals and metals. Natural Resources, 7(4), 157-183.

Roberfroid, M. B. (2002). Global view on functional foods: European perspectives. British Journal of Nutrition, 88(S2), S133-S138.

Siró, I., Kápolna, E., Kápolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance—A review. Appetite, 51(3), 456-467.

Sürek, E., & Pınar, Uzun. (2020). Geleceğin alternatif protein kaynağı: Yapay et. Akademik Gıda, 18(2), 209-216.

Tarhan, Ö., Gökmen, V., & Harsa, Ş. (2010). Nanoteknolojinin gıda bilim ve teknolojisi alanındaki uygulamaları. Gıda, 35(3), 219-225.

Thiruvengadam, M., Rajakumar, G., & Chung, I. M. (2018). Nanotechnology: current uses and future applications in the food industry. 3 Biotech, 8(1), 1-13.

Van der Spiegel, M., Noordam, M. Y., & Van der Fels-Klerx, H. J. (2013). Safety of novel protein sources (insects, microalgae, seaweed, duckweed, and rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production. Comprehensive reviews in food science and food safety, 12(6), 662-678.

Verkerk, M. C., Tramper, J., Van Trijp, J. C. M., & Martens, D. E. (2007). Insect cells for human food. Biotechnology advances, 25(2), 198-202.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Geleneksel ve Güncel Kahve Kavurma Tekniklerinin Lezzet ve Kimyasal Bileşenler Üzerine Etkilerinin Kıyaslanması

Sibel Bölek (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4967-9416*)

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gıda Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar: e-mail: sibel.bolek@sbu.edu.tr

Özet

Kahve kavurma işlemi kahve aromasının oluşumundaki en önemli basamaklardan biridir. Kahvenin karakteristik tat ve aroma bileşenleri kavurma esnasında gerçekleşen bir dizi reaksiyon sonucunda oluştuğundan kavurma tekniği, kavurma sıcaklığı ve süresi elde edilecek son ürünün kimyasal bileşimini doğrudan etkilemektedir. Kahve kavurma için standart bir tekniğin olmaması ve göreceli olan tüketici beğenisi söz konusu işlemin titizlikle uygulanmasını gerektirmektedir. Geçmişte kullanılan tavada kavurma ve sıcak havada kavurma işlemlerinin yüksek sıcaklık nedeniyle kahvenin aroma bileşenlerine zarar vermesi diğer taraftan bu yöntemlerin yoğun iş gücü gerektirmesi ve çoğunlukla homojen ürün eldesinin mümkün olmaması vb. sebepler yeni kahve kavurma ekipmanlarının ve kahve kavurma tekniklerinin gelişimine sebep olmuştur. Ultra hızlı kavurma, mikrodalga kavurma, akışkan yatak kavurma bu kapsamda geliştirilen yeni teknikler arasında yerlerini almıştır. Bu çalışmada geleneksel ve güncel kahve kavurma tekniklerinin avantaj ve dezavantajları ile kıyaslanarak lezzet ve kimyasal bileşenlere olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.
Anahtar Kelimeler: kahve, kavurma, aroma

Abstract

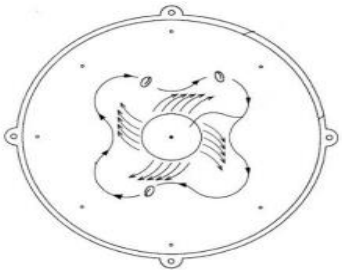
The coffee roasting process is one of the most important steps in development of coffee aroma. Since the characteristic flavor and aroma components of coffee are developed as a result of a series of reactions during roasting, roasting technique, roasting temperature and duration directly affect the chemical composition of the final product to be obtained. The lack of a standard technique for roasting coffee and the relative consumer taste require the meticulous implementation of the process. The fact that pan roasting and hot air roasting processes used in the past damage the aroma components of coffee due to high temperatures, on the other hand, these methods require intensive labor and often obtaining homogeneous products is not possible. These reasons have led to the development of new coffee roasting equipment and coffee roasting techniques. Ultra-fast roasting, microwave roasting, fluidized bed roasting are among the new techniques developed in this context. In this study, it is aimed to investigate the effects on flavor and chemical components by comparing the advantages and disadvantages of traditional and current coffee roasting techniques.
Keywords: coffee, roasting, aroma

Giriş

Kahve Dünya'da en yaygın olarak tüketilen içeceklerden biridir (Liu ve ark., 2022). Kavurma işlemi arzu edilen karakteristiklere sahip kahve eldesi için en kritik basamaklardan biridir. Kavurma esnasında yeşil renkli kahve çekirdeği kahverengi renge dönüşürken oluşan kimyasal reaksiyonlar sonucunda lezzet ve aroma gelişir. Genellikle uygulanan kavurma sıcaklığı 150-250 °C arasında değişmekle birlikte kavurma işleminde kahve için standart bir sıcaklık ve süre bulunmamaktadır (Gök, 2021; Yeretzian ve ark., 2002). Ancak kavurma işleminde uygulanan süre ve sıcaklığa bağlı olarak kavrulan kahveler hafif kavrulmuş (light roasted), orta kavrulmuş (medium roasted) ve koyu kavrulmuş (dark roasted) olarak sınıflandırılmaktadır (Bröhan ve ark. 2009; Buffo ve Cardelli-Freire, 2004; Mondello ve ark. 2005). Kavurma işlemi esnasında meydana gelen Maillard ve karamelizasyon reaksiyonları sonucunda kahve çekirdeğinin rengi yeşilden kahverengiye döner (Andueza ve ark., 2007; Sanz ve ark., 2002; Swasti ve Murkovic, 2012; Wang be Lim, 2014). Kavurma esnasında meydana gelen kimyasal reaksiyonlar kahve içeceğinin aromasına ve kimyasal yapısına etki etmektedir (Schenker ve ark., 2002; Schenker ve Rothgeb, 2017; Wei ve Tanokura, 2015). Bu nedenle yeşil kahve çekirdeklerine farklı sıcaklık ve sürelerde uygulanan kavurma işlemi ile meydana gelen söz konusu reaksiyonların optimize edilmesi arzu edilen kahve aroması için zorunludur (Oosterveld ve ark. 2003). Kavurma için pek çok teknik geliştirilmiştir. Konvansiyonel kavurma, tavada kavurma, mikrodalga kavurma, ultra hızlı kavurma ve akışkan yatak kavurma yöntemleri kahve kavurmada yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Bu çalışmada geleneksel ve güncel kahve kavurma tekniklerinin avantaj ve dezavantajları ile kıyaslanarak lezzet ve kimyasal bileşenlere olan etkileri araştırılmıştır.

Tavada Kavurma

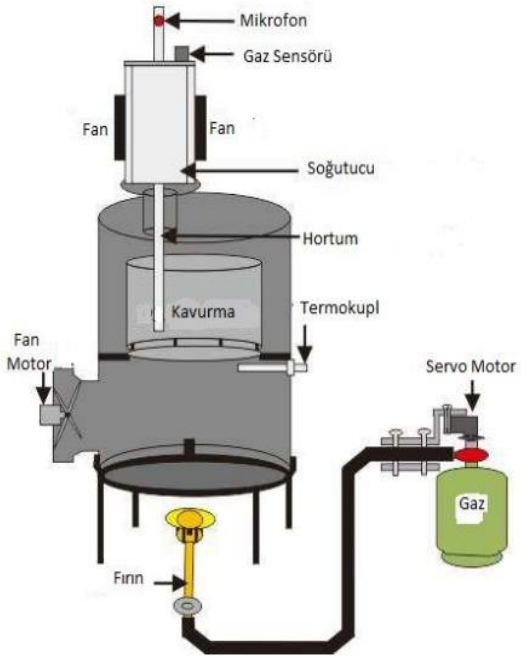
Tavada kavurma, ısı iletimi ile gerçekleşmektedir ve bu yöntemde çekirdeklerin dış yüzeyi daha fazla kavrulmaktadır (Şekil 1). Söz konusu kavurma tekniği, yüzey yanıklarına ve istenmeyen aromaya sebebiyet vermektedir. Ayrıca tavada kavurma işlemi yoğun iş gücü gerektirmektedir. Geleneksel tavada kavurma, basitliği nedeniyle tercih edilebilir ancak bu yöntemle elde edilen kavrulmuş ürünler homojen değildir.



Şekil 1. Tavada kavurma işleminin şematik gösterimi (Totsuka, 2000)

Konvansiyonel Yöntem

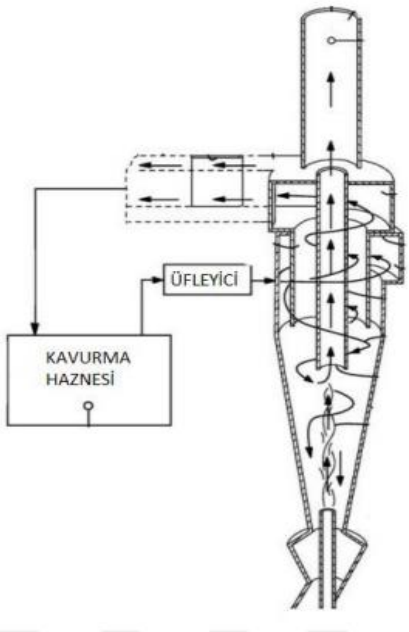
Konvansiyonel kavurma kahve kavurmada en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir (Şekil 2). Konvansiyonel kavurma yüksek sıcaklıklarda ve uzun sürede gerçekleşen bir işlemdir. Bu yöntemle kavrulan ürünlerde yüzey yanıkları oluşmakta ve bu da arzu edilmeyen tat ve aroma gelişimine neden olmaktadır. Konvansiyonel kavurma işleminin ilk safhalarında dehidrasyon hızı yüksek olmasına rağmen sonraki safhalarda giderek azalmakta ve dolayısıyla kavurma süresi uzamaktadır (Bolek ve Ozdemir, 2017).



Şekil 2. Konvansiyonel kavurucu makinesinin şematik gösterimi (Falah, 2019).

Akışkan Yataklı Kavurma

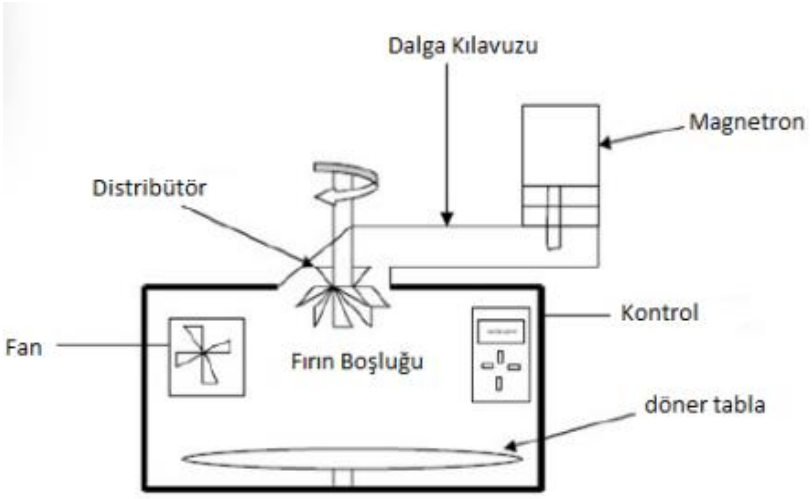
Akışkan yataklı kavurma işleminde hava akışından gelen ısı doğrudan her bir gıdanın yüzeyine gittiği için akışkan yataklı kavurucular çekirdeklerin homojen bir şekilde kavrulmasını sağlamaktadır (Şekil 3). Bununla birlikte akışkan yataklı kavurucu ile yapılan kavurma işlemi, ürün kavurma sırasında ısınan yüzeylerle temastan kaynaklanan yanmanın önlenmesi ve tekdüze bir kavurma sağlanması gibi önemli avantajlara sahiptir (Bolek, 2020). Akışkan yataklı kavurma işleminde ısı transferi diğer yöntemlere göre daha hızlı gerçekleştiğinden (Baggenstoss et al., 2008) kavurma süresi önemli ölçüde azalmaktadır (Vargas-Elias ve ark., 2016)



Şekil 3. Akışkan yataklı kavurucunun şematik gösterimi (Ludwing, 2014)

Mikrodalga Kavurma

Mikrodalga kavurucular geleneksel ısı proseslerine kıyasla çalışma hızı, enerji tasarrufu, hassas proses kontrolü gibi önemli avantajlara sahiptir (Megahed, 2001). Mikrodalga kavurucuda gıdanın içinden dışına doğru bir ısınma gerçekleşmektedir (Şekil 4). Yüksek frekanslı elektromanyetik enerji ısıya dönüşmekte ve böylece nem hızla buharlaşarak gıdanın yüzeyine taşınmaktadır (Guo ve ark., 2017). Kavurma hızının ve enerji verimliliğinin yüksek oluşu gibi avantajları nedeni ile mikrodalga kavurma yöntemi konvansiyonel kavurmaya alternatif bir yöntemdir. Mikrodalga kavurma homojen bir kavurma sağlamasının yanında bu yöntemde işlem parametreleri daha iyi kontrol edilebilmektedir.



Şekil 4. Mikrodalga kavurucu makinesinin şematik gösterimi (Karaaslan ve Tunçer, 2011).

Sonuç

Kavurma işlemi kahve için en önemli basamaklardan biridir. Çok çeşitli kavurma teknikleri olmakla birlikte kavurma koşulları kahve çekirdeğinin asitliği, kimyasal bileşenlerinin oranı, son üründe arzu edilen nitelikler gibi faktörlere bağlı olarak değiştiğinden kavurma koşulları standardize edilememektedir. Kavurma işlemi için kullanılacak ekipmanların avantaj ve dezavantajları göz önünde bulundurularak son üründe arzu edilen niteliklere göre kavurma koşulları optimize edilmelidir.

KAYNAKÇA

Andueza, S., Vila, M. A., Paz de Peña, M., & Cid, C. (2007). Influence of coffee/water ratio on the final quality of espresso coffee. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87(4), 586-592.

Baggenstoss, J., Poisson, L., Kaegi, R., Perren, R., & Escher, F. (2008). Coffee roasting and aroma formation: application of different time-temperature conditions. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56(14), 5836-5846

Bolek, S., & Ozdemir, M. (2017). Optimization of roasting conditions of microwave roasted Pistacia terebinthus beans. LWT, 86, 327-336.

Bölek, S. (2020). Vakum kurutucu ve Akışkan Yatak Kurutucu Kullanılarak Kurutulmuş Avokadoların Kalite Karakteristiklerinin Kıyaslanması. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7(4), 814-822.

Bröhan, M., Huybrighs, T., Wouters, C., & Van der Bruggen, B. (2009). Influence of storage conditions on aroma compounds in coffee pads using static headspace GC–MS. Food Chemistry, 116(2), 480-483.

Buffo, R. A., & Cardelli-Freire, C. (2004). Coffee flavour: an overview. Flavour and fragrance journal, 19(2), 99-104.

Dybkowska, E., Sadowska, A., Rakowska, R., Debowska, M., Swiderski, F., & Swiader, K. (2017). Assessing polyphenols content and antioxidant activity in coffee beans according to origin and the degree of roasting. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 68(4).

Falah, A. H., Rivai, M., & Purwanto, D. (2019) Implementation of Gas and Sound Sensors on Temperature Control of Coffee Roaster Using Fuzzy Logic Method. In 2019 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications, 80-85.

Gök, İ. (2021). Kavurma işlemi, demleme/pişirme yöntemlerinin kahvenin biyoaktif bileşenlerine etkisi: Fonksiyonel içecek olarak insan sağlığına faydaları. Food and Health, 7(4), 311-328.

Guo, Q., Sun, D. W., Cheng, J. H., & Han, Z. (2017). Microwave processing techniques and their recent applications in the food industry. Trends in Food Science & Technology, 67, 236-247.

Karaaslan, S., & Tunçer, İ. K. (2011). Development of drying model and determination of color characteristics for combined microwave-fan assisted convection drying of green tea. Philippine Agricultural Scientist, 94(2), 161-170.

Liu, D., Li, Z. H., Shen, D., Zhang, P. D., Song, W. Q., Zhang, W. T., ... & Mao, C. (2022). Association of Sugar-Sweetened, Artificially Sweetened, and Unsweetened Coffee Consumption With All-Cause and Cause-Specific Mortality: A Large Prospective Cohort Study. Annals of Internal Medicine.

Ludwig, M. L. (2014). U.S. Patent No. 8,679,561. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office. PATENT

Megahed, M. G. (2001). Microwave roasting of peanuts: effects on oil characteristics and composition. Food/Nahrung, 45(4), 255-257

Mondello, L., Costa, R., Tranchida, P. Q., Dugo, P., Lo Presti, M., Festa, S., ... & Dugo, G. (2005). Reliable characterization of coffee bean aroma profiles by automated headspace solid phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry with the support of a dual-filter mass spectra library. Journal of separation science, 28(9-10), 1101-1109.

Oosterveld, A., Voragen, A. G. J., & Schols, H. A. (2003). Effect of roasting on the carbohydrate composition of Coffea arabica beans. Carbohydrate Polymers, 54(2), 183-192.

Sanz, C., Maeztu, L., Zapelena, M. J., Bello, J., & Cid, C. (2002). Profiles of volatile compounds and sensory analysis of three blends of coffee: influence of different proportions of Arabica and Robusta and influence of roasting coffee with sugar. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82(8), 840-847.

Schenker, S., & Rothgeb, T. (2017). The roast—Creating the Beans' signature. In The craft and science of coffee (pp. 245-271). Academic Press.

Schenker, S., Heinemann, C., Huber, M., Pompizzi, R., Perren, R., & Escher, R. (2002). Impact of roasting conditions on the formation of aroma compounds in coffee beans. Journal of food science, 67(1), 60-66.

Swasti, Y. R., & Murkovic, M. (2012). Characterization of the polymerization of furfuryl alcohol during roasting of coffee. Food & function, 3(9), 965-969.

Totsuka, H. (2000). U.S. Patent No. 6,051,266. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

Vargas-Elias, G. A., Correa, P. C., Souza, N. R., Baptestini, F. M., & Melo, E. D. C. (2016). Kinetics of mass loss of Arabica coffee during roasting process. Engenharia Agricola, 36(2), 300-308

Wang, X., & Lim, L. T. (2014). A kinetics and modeling study of coffee roasting under isothermal conditions. Food and bioprocess technology, 7(3), 621-632.

Wei, F., & Tanokura, M. (2015). Chemical changes in the components of coffee beans during roasting. In Coffee in health and disease prevention (pp. 83-91). Academic Press.

Yeretzian, C., Jordan, A., Badoud, R., & Lindinger, W. (2002). From the green bean to the cup of coffee: investigating coffee roasting by on-line monitoring of volatiles. European Food Research and Technology, 214(2), 92-104.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Bayburt Devlet Hastanesinden izole edilen klinik suşlarda biyofilm oluşumunun araştırılması

Azer Özad Düzgün[1*] (*https://orcid.org/0000-0002-6301-611X*), Erkan Bentçi[1] (https://orcid.org/0000-0003-3566-1696)

[*1]Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Genetik ve Biyomühendislik Bölümü, Gümüşhane, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: azerozad@windowslive.com

Özet
Gram-negatif bakteriler oluşturdukları biyofilm sayesinde birçok ekstrem koşullarda rahatça üreyip çoğalabilmektedirler. Dolayısıyla insan sağlığına olumsuz etkisi olmakla beraber kronik infeksiyonlara zemin hazırlamaktadır. Bu çalışmada Bayburt Devlet Hastanesinden çeşitli örneklerden izole edilen klinik 25 Gram negatif bakterinin antibiyotik direnç profilleri ve biyofilm oluşturma kabiliyetleri araştırılmıştır. Antibiyotik duyarlılık profil sonucuna göre tüm izolatların ampisiline dirençli olduğu görülmüştür. E. coli suşlarının %53'nün AMC'ye, %47'sinin SXT'ye ve %35'nin CFM'ye karşı yüksek direnç gösterdiği belirlenmiştir. 25 örneğin biyofilm oluşturma kapasiteleri değerlendirilmiş olup buna göre çalışılan örneklerden 4 tanesinin biyofilm oluşturma kapasitesinin olmadığı gözlemlenmiştir. Biyofilm oluşturma kapasitesine sahip izolatlar arasında; 3 suşun zayıf, 15 izolatın orta derecede ve 3 izolatın güçlü biyofilm oluşturduğu tespit edilmiştir. Hem antibiyotik dirençli hem de biyofilm oluşturabilen izolatlar dünya genelinde halk sağlığı açısından büyük tehdit oluşturmaktadır. Bu çalışmada da hem antibiyotik direncine sahip hem de biyofilm oluşturma kapasitesine sahip suşların yüksek oranda olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Antibiyotik Direnci, Biyofilm, Escherichia coli

Investigation of biofilm formation in clinical strains isolated from Bayburt State Hospital

Abstract
Thanks to the biofilm they form, Gram-negative bacteria can easily reproduce in many extreme conditions. Therefore, although it has a negative effect on human health, it prepares the ground for chronic infections. In this study, antibiotic resistance profiles and biofilm forming abilities of clinical 25 Gram-negative bacteria isolated from various samples from Bayburt State Hospital were investigated. According to the antibiotic susceptibility profile results, all isolates were found to be resistant to ampicillin. It was determined that 53% of E. coli strains showed high resistance to AMC, 47% to SXT and 35% to CFM. Biofilm forming capacities of 25 samples were evaluated and it was observed that 4 of the studied samples did not have biofilm forming capacity. Among the isolates with biofilm forming capacity; It was determined that 3 strains formed weak biofilm, 15 isolates moderately and 3 isolates strong biofilm. Both antibiotic-resistant and biofilm-forming isolates pose a major threat to public health worldwide. In this study, it was determined that the strains with both antibiotic resistance and biofilm forming capacity were high.
Keywords: Antibiotic Resistance , Biofilm, Escherichia coli

GİRİŞ

Biyofilmler, tıbbi cihazlar ve implantlar gibi konakçılarla karmaşık etkileşimler yoluyla meydana gelen ve çok işlevli ve koruyucu yapı iskeleleri olarak hareket eden bakterilerin çok hücreli birleşimini çevreleyen hidratlı karmaşık 3B hücre dışı matrislerdir.
Biyofilmin temel rolü, mikroorganizmayı ortamdaki sıcaklık, kurutma, radyasyon, antibiyotikler, hücresel faktörler gibi biyolojik, kimyasal ve fiziksel zararlardan korumaktır. Bu nedenle biyofilmler, su arıtma, gıda üretimi, biyomedikal implantlar, kronik hastalıkların tedavisi gibi birçok alanda birçok komplikasyondan sorumlu, üstesinden gelinmesi zor, dirençli, stabil yapılar oluşturur. Hastalık Kontrol Merkezi, kronik enfeksiyonların

%65'inin biyofilmlerden kaynaklandığını belirtmektedir. Tüm bu komplikasyonlar, düzenli antibakteriyel tedavinin biyofilme karşı temelde başarısız olması nedeniyle ortaya çıkmıştır (Shkodenko ve ark., 2020)

MATERYAL VE METOD

Gram Negatif Bakteri İzolatının Temini ve Antibiyotik Duyarlılığının Tanımlanması

Çalışmaya Bayburt Devlet Hastanesinden izole edilen toplam 25 klinik suş dahil edilmiştir. Tüm klinik izolatlar biyokimyasal yöntemler ile tanımlanmıştır. Antibiyotik duyarlılık testleri, Kirby-Bauer disk difüzyon yöntemine göre yapılmış ve EUCAST standartlarına göre değerlendirilmiştir.

Biyofilm oluşumunun kantitatif tayini

Suşların biyofilm kantitatif analizi, yarı kantitatif kristal mor boyama kullanılarak yapılmıştır. Mueller-Hinton Agar (MHA) ortamına aşılanan suşlar gece boyunca 37°C'de inkübe edildikten sonra, koloniler tek tek alınarak LB ortamı ile karıştırıldı ve 96 kuyucuklu plakanın her bir kuyucuğuna 200 µl süspansiyon ilave edildi. Her numune için 3 tekrar yapıldı. Plakalar 37°C'de 24 saat inkübe edildi. Kuyucuklardaki bakteri süspansiyonları inkübasyondan sonra dökülerek plakalar üç kez distile su ile yıkandı. Yıkandıktan sonra her bir kuyucuğa 200 ml %1 kristal viyole boya eklenerek oda sıcaklığında 20 dakika inkübe edildi. Her kuyucuğa 200 ml %95 etanol eklendikten sonra, optik absorbans (A) değeri 620 nm'de spektrometrede okundu. Kontrol olarak E.coli DH5a kullanıldı. Suşların biyofilm oluşumu kontrolün (Ac) OD değerine göre 4 farklı grupta değerlendirildi.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışılan klinik izolatların 17 tanesinin E. coli, 3 tanesinin Pseudomonas ssp, 1 tanesinin P. mirabilis, 2 tanesinin Enterobacteria, 1 tanesinin K. pneumonia olduğu belirlenmiştir. 25 klinik suşun; 19 tanesinin idrar kültürü, 2 tanesinin kulak kültürü, 1 tanesinin boğaz kültürü ve 2 örneğin yara kültüründen izole edilmiştir. 25 izolata antibiyotik duyarlılık testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 1 de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tüm izolatların ampisiline dirençli olduğu görülmüştür. E. coli suşlarının %53'nün AMC'ye, %47'sinin SXT'ye ve %35'nin CFM'ye karşı yüksek direnç gösterdiği belirlenmiştir.

Avrupa ve Amerika'da, GSBL üreten E. coli ve K. pneumoniae izolatlarının sırasıyla vakaların %39.6'sında ve %51.4'ünde sefepime duyarlı olarak test edildiğini görülmektedir (Endimiani ve ark., 2008). Chong ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada benzer şekilde Gram negatif bakteri suşlarının %35,3 'ünde sefepime direnç görülmüş ve bu suşlardan başlıca E. coli, P.aeruginosa, Klebsiella pneumoniae dirençli olarak belirtilmiştir (Chong ve ark., 2010).

Tablo 1. Bakterilerin antibiyotiklere olan direnç yüzdeleri

	Antibiyotik Kısaltması	***E.coli***	***K. pnemonia***	***Psudomanas***	***Endorobacter***	***P. mirabolis***
Cefepime	FEB	%23.52	-	%75	%50	%100
Amoxycillin/clavulanic acid	AMC	%53.9	-	-	%100	%100
Ceftazidime	CAZ	%29.41	-	%25	%100	-
Nitrofurontoin	F-100	%5.88	-	-	%100	%100
Cefixime	CFM	%35.29	-	-	%100	-
Gentamicin	CN	%17.64	-	-	-	-
Cephalexin	CL	-	-	-	-	-
Cefotaxime	CTX	%23.52	-	-	%100	%100
Cefoxitin	FOX	%23.52	-	-	%100	-
Pieracillin/tazobactom	TPZ	%5.88	-	-	%100	%100
Ampicillin	AM	%100	%100	-	%100	%100
Ceftriaxone	CRO	%23.52	-	-	%100	%100
Tobramycin	TOB	%11.76	-	-	-	%100
Fosfomycin	FF-200	%5.88	-	-	%50	%100
Amikacin	AK	-	-	-	-	-
Ciproflaxacin	CİP	%17.64	-	-	%50	%100
Levofloxacin	LEV	%23.52	-	-	%50	%100
Sulphamethoxazale/trımethoprin	SXT	%47.05	%100	-	%50	%100
Meropenem	MEM	-	-	%75	%50	-
Ertapenem	ETP	-	-	-	%100	-
İmipenem	İPM	-	-	%25	%50	-
Ampicillin/sulbactam	SAM	%100	%100	-	%100	%100
Piperacillin	PRL	-	-	%50	-	-

Çalışılan örneklerden 4 tanesinin biyofilm oluşturma kapasitesinin olmadığı gözlenmiştir. 3 suşun zayıf, 15 izolatın orta derecede ve 3 izolatın güçlü biyofilm oluşturduğu görülmüştür (Tablo 2). Negatif 4 ve zayıf biyofilm oluşturan 3 bakterinin E. coli suşları olduğu, orta derecede biyofilm oluşturan izolatların 10 tanesinin E. coli, 3 tanesinin Pseudomonas, 1 tanesin Enterobacteria, 1 tanesin P. mirabilis olduğu tespit edilmiştir. Güçlü biyoflim oluşturan 3 izolatın ise, 1 tanesinin E. coli, 1 tanesinin Pseudomonas, 1 tanesinin K. pneumonia olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir araştırmaya göre, biyofilm oluşturma yeteneği ile antimikrobiyal direnç arasında her tür için farklı olmak üzere çeşitli ilişkiler bulunmuştur. Ancak global direnç veya çoklu ilaç direnci ile biyofilm oluşumu arasında bir ilişki gözlenmemiştir. Ek olarak, bildirilen diğer verilerle karşılaştırıldığında, bu çalışmadaki izolatlar daha yüksek oranda antimikrobiyal direnç göstermiştir. Sonuç olarak, spesifik antimikrobiyal direncin kazanılması, çeşitli Gram-negatif bakteri türlerinde biyofilm oluşumunu tehlikeye atabilmekte veya artırabilmektedir (Cepas ve ark., 2019). Benzer bir çalışmada da 314 izolat arasından E. coli %38, Acinetobacter spp. %20, Klebsiella spp. %16 ve Pseudomonas spp. %12 olmak üzere tüm Gram negatif izolatlar arasında %62,73 biyofilm oluşturma yeteneğinin olduğu tespit edilmiştir (Dumaru ve ark., 2019).

Tablo 2. Klinik izolatların biyofilm değerleri

Sıra	Bakteri	Biyofilm değeri	Oluşturma özelliği
01.	*Escherichia coli*	0,1142	Negatif
02.	*Escherichia coli*	0.1635	Zayıf
03.	*Klebsiella pneumonia*	1.01915	Güçlü
04.	*Escherichia coli*	0.3885	Orta
05.	*Escherichia coli*	0.3216	Orta
06.	*Escherichia coli*	0.1868	Negatif
07.	*Escherichia coli*	0.231	Zayıf
08.	*Escherichia coli*	0.1425	Negatif
09.	*Escherichia coli*	0.1455	Negatif
10.	*Pseudomonas ssp*	0.5417	Orta
11.	*Pseudomonas ssp*	0.3998	Orta
12.	*Escherichia coli*	0.4533	Orta
13.	*Escherichia coli*	0.2898	Zayıf
14.	*Escherichia coli*	0.3475	Orta
15.	*Pseudomonas ssp*	0.6995	Güçlü
16.	*Escherichia coli*	0.3860	Orta
17.	*Enterobacteria*	0.3171	Orta
18.	*Escherichia coli*	0.3716	Orta
19.	*Escherichia coli*	0.4779	Orta
20.	*Escherichia coli*	0.414	Orta
21.	*Escherichia coli*	0.3955	Orta
22.	*Escherichia coli*	0.5631	Orta
23.	*Escherichia coli*	0.5274	Orta
24.	*Proteus mirabilis*	0.4168	Orta
25.	*Escherichia coli*	0.657	Güçlü

SONUÇ

Bu çalışmada 25 klinik izolatın antibiyotik direnci ve biyofilm oluşturma özellikleri değerlendirilmiştir. Yapılacak çalışmalarda ise antibiyotik direnç genleri ve virulans faktör genleri moleküler yöntemlerle araştırılabilinir. Ayrıca antibiyotik direnci ile mücadele için, antibiyotiklerin nasıl kullanılacağı üzerine yeni politikalar ve kontrol programları geliştirilebilinir.

TEŞEKKÜR

Suşların temininde çalışmaya katkı sağlayan Gamze YÜKSEL'e Teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Cepas V, López Y, Muñoz E, Rolo D, Ardanuy C, Martí S, Xercavins M, Horcajada JP, Bosch J, Soto SM 2019. Relationship Between Biofilm Formation and Antimicrobial Resistance in Gram-Negative Bacteria. Microb Drug Resist.25:72-79.

Chong Y, Yakushiji H, ITO Y Kamimura T 2010. Cefepime-resistant Gram-negative bacteremia in febrile neutropenic patients with hematological malignancies. International Journal of Infectious Diseases, 14:171-175

Dumaru R, Baral R, Shrestha LB 2019. Study of biofilm formation and antibiotic resistance pattern of gram-negative Bacilli among the clinical isolates at BPKIHS, Dharan. BMC Res Notes 12.

Endimiani A, Perez F, Bonomo RA 2008. Cefepime: a reappraisal in an era of increasing antimicrobial resistance. Expert Rev Anti Infect Ther, 6: 805-24.

Shkodenko L, Kassirov I, Koshel E 2020, Metal oxide nanoparticles against bacterial biofilms: Perspectives and limitations. Microorganisms. 8:1–21.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Effect of N-acetylcysteine on oxidative damage caused by arsenic in Leydig cells

Cansel ACI KUSAN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5691-2306*), Banu ORTA YILMAZ[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8006-1107*), Yasemin AYDIN[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4338-4687)*

[1] Istanbul University, Institute of Graduate Studies in Science and Engineering, Department of Biology, Istanbul, Turkey
[2] Istanbul University, Faculty of Science, Department of Biology, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: yastun@istanbul.edu.tr

Abstract

One of the most significant causes of environmental pollution is heavy metals. Arsenic (As) is a heavy metal and a hazardous metalloid that is present in large amounts in the environment and occurs naturally on Earth. Drinking water that contains As is one of the most common ways to get exposed to it. Consuming foods polluted with As, such as seafood, green vegetables, grains, apples, and grape juice, is another significant exposure source. As induces excessive generation of reactive oxygen species, which results in toxicity in a variety of tissues and organs in addition to being a carcinogen that causes skin, liver, and lung cancers. N-acetylcysteine (Nac) is an antioxidant that has the ability to restore the impaired pro-oxidant/antioxidant balance. Nac, a thiol antioxidant, is involved in a number of cellular functions, including glutathione formation, food metabolism, decreasing disulfide bonds, and detoxifying different electrophiles. Furthermore, the thiol groups in the structure of Nac serve as a metal-chelating region. This current study was carried out to reveal the protective effects of Nac, a potent antioxidant, against As damage to Leydig cells, the main cells of the male reproductive system. Leydig cells were exposed to 10 µM As and 1, 2 and 4 mM Nac alone and in combination for 24h. The findings showed that As significantly decreased cell viability and antioxidant enzyme levels. The findings revealed that As increased membrane damage-induced cytotoxicity and lipid peroxidation while significantly reducing cell viability and antioxidant enzyme levels in Leydig cells. In addition to As, Nac treatments were found to reduce cytotoxicity and lipid peroxidation while enhancing cell viability and antioxidant enzyme levels in a concentration-dependent manner. In conclusion, it was found that Nac can protect Leydig cells from oxidative stress in As-induced toxicity by increasing the amounts of enzymatic antioxidants and decreasing lipid peroxidation.

Keywords: Antioxidant system, Arsenic toxicity, Leydig cells, N-acetylcysteine, Oxidative stress.

INTRODUCTION

Environmental pollution is increasing as a result of increased industrialization and urbanization. Through the food chain, environmental pollution, which can be direct or indirect, has an impact on biota and the ecological system. Heavy metals are one of the most important factors that cause environmental pollution. Arsenic, a heavy metal, is a toxic metalloid that occurs naturally and is widely distributed in the environment. Since most arsenic compounds are colorless or odorless, it is difficult to detect their presence in food, water, or the air. This results in dangerous consequences when the toxic effects of arsenic are taken into account (ATSDR, 2013). There are several different places where arsenic can be found, including rocks, soil, airborne particles, drinking water, and nutrients. Fossil fuel combustion and mining are the main causes of arsenic pollution in the air, water, and soil. Arsenic and arsenic compounds are used in all of the following industries: pharmaceuticals, wood preservatives, metallurgy, agricultural chemicals, glassmaking, and semiconductor applications (Kim and Kim, 2015). One of the most typical ways that people are exposed to arsenic is through drinking water that has been contaminated with it. The World Health Organization (WHO) has reduced the maximum arsenic limit that can be found in drinking water from 50 µg/L to 10 µg/L (IARC, 2004). However, populations in China, Taiwan, Bangladesh, and India are exposed to levels of arsenic in drinking water that are significantly higher than these limits (Mohan and Pittman, 2007).

The toxicity of arsenic is due to the affinity of arsenic oxides for thiols (El-Demerdash et al., 2009). Arsenic interacts with thiols in a number of intracellular and cell surface proteins to produce biological reactions. Arsenic enters the system via the lungs and gastrointestinal tract, then the liver through the bloodstream, where it is taken up by hepatocytes and oxidized to monomethyl arsenic acid (MMA) and finally dimethyl arsenic acid (DMA). These compounds produce reactive oxygen species (ROS), which lead to oxidative stress (Kim and Kim, 2015). Arsenic-induced oxidative stress is associated with various diseases, including cancer (Jomova and Valko, 2011). Chronic exposure to arsenic results in gastrointestinal and cardiovascular diseases, diabetes, reproductive and developmental abnormalities, liver, skin, bladder, and lung malignancies, as well as other disorders (Kim and Kim, 2015). Studies have demonstrated that exposure to arsenic alters the processes of spermatogenesis, steroidogenesis, and sperm maturation in the male reproductive system, as well as the levels of the hormones gonadotropin and testosterone, as well as the motility and degeneration of germ cells (Venkaiah et al., 2022; Zubair et al., 2017).

N-acetylcysteine, an antioxidant, has the ability to restore the imbalance between pro- and antioxidants. Low molecular weight compound Nac has weak acidic characteristics and has a sulfhydryl group in its structure. Nac can only be through, intravenously, or taken into the body via supplements such as pills or capsules (Tenório et al., 2021). By neutralizing free radicals before they cause cell damage, this antioxidant plays a critical role in preventing oxidative stress on the components of cells. In addition, the thiol groups in the structure of Nac act as a metal chelating region (Flora, 2011). Nac also regulates the actions of intracellular proteins to prevent the development of apoptosis (Zafarullah et al., 2003). Nac also possesses immunomodulatory and anti-inflammatory effects (El-Saad et al., 2016). This substance also functions as a mucolytic and has antibacterial properties, making it useful in a variety of therapies (Ghafarizadeh et al., 2021). Furthermore, Nac has a therapeutic impact by minimizing the cytokine storm brought on by the immune response (Mohanty et al., 2021).

In this study, the possible in vitro damage of arsenic to TM3 Leydig cells, which are the main cells of the male reproductive system, and the protective role of Nac, a powerful antioxidant, against this damage were investigated.

MATERIALS AND METHODS

Cell culture

The TM3 cell line, a Leydig cell derived from testicular tissue of mice of the Mus musculus strain and made available by the Global Bioresource Center, is from the ATCC (American Type Culture Collection) and was utilized in the experiment. Cells are grown in 50:50 DMEM/F12 culture medium supplemented with 2.5% fetal bovine serum, 5% horse serum, and 1% PSA (Penicillin-Streptomycin-Amphoterine). The cells used in the experiments were maintained under sterile conditions in 75 cm^2 flasks with the prepared culture medium at 37°C in an incubator with 5% CO_2 and 95% air. While determining the IC50 concentration for As, a concentration range in which Nac could be effective was determined using the concentrations used in Nac *in vitro* research. In the experimental medium containing 1% horse serum, solutions containing 10 µM concentrations of As and 1 mM, 2 mM, and 4 mM concentrations of Nac were produced. The control group received a culture medium containing 1% horse serum.

Cell viability

To assess cytotoxicity, a colorimetric MTT [3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide] cell viability test was employed. The kit protocol was followed, and a spectrophotometer was used to measure the cells' absorbance at a wavelength of 540 nm. The viability rates of the test cells were stated as a percentage and were acknowledged to be 100% for the control cells that were not exposed to the test chemical.

Lactate dehydrogenase leakage assay

LDH, an intracellular enzyme found in the cytoplasm of the cell, passes into the extracellular environment when the cell membrane is destroyed. Increased LDH enzyme activity results from cell death or disruption of the plasma membrane in culture medium. The steps were carried out in accordance with the instructions provided in the kit, and the results were acquired by measuring the absorbance with a spectrophotometer at a wavelength of 492 nm. Using at least triplicate wells in three different experiments, data from control and treated cells were calculated as a percentage of LDH leakage (control cells were presumed to represent 100% leakage) and expressed as the mean standard error mean (SEM).

Biochemical analysis

TM3 cells ($1x10^6$ cells) were seeded in six-well culture dishes and then incubated to allow the cells to adhere to the dishes and provide for biochemical analyses. As and Nac prepared in the medium, individually or in combination, were applied to the cells at the determined concentrations for 24 h. After exposure, cells were harvested and placed in a cold lysis buffer (Tris-HCl pH 7.2). Afterwards, the cells were sonicated with an ultrasonicator to break the cell membranes and reveal the cell contents. The obtained cell suspension was centrifuged at 14000 g in a Nüve brand refrigerated centrifuge, and the supernatant was taken. The supernatants taken were brought to -86°C to be used in lipid peroxidation and antioxidant enzyme analyses (superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), and glutathione peroxidase (GPx)).

Determination of membrane lipid peroxidation

Based on the amount of malondialdehyde (MDA) present in the supernatants, the level of lipid peroxidation was calculated (Heath and Parker, 1968). The principle of the experiment is based on the measurement of the absorbance of the pink-red compound formed by the thiobarbituric acid (TBA) in hot and acidic environment of MDA, a product of the peroxidation of polyunsaturated fatty acids in the cells, at a wavelength of 532 nm in a spectrophotometer. The amount of malondialdehyde generated per milligram of protein is used to express the sample's MDA content.

Determination of antioxidant enzyme levels

The superoxide dismutase (SOD) enzyme was demonstrated using the Marklund and Marklund (1974) method, which is based on the prevention of auto-oxidation of pyrogallol by the SOD enzyme at alkaline pH. The amount of enzyme required to reduce the auto-oxidation of pyrogallol by 50% is defined as one unit of SOD activity. Sinha's (1972) method was used to demonstrate catalase (CAT) activity. The catalase enzyme catalyzes the decomposition of hydrogen peroxide, a reactive oxygen species that causes damage to the cell, into water and molecular oxygen. The principle of this method is based on the fact that the dark blue-violet color formed by the dichromate in acetic acid in the presence of H_2O_2 is reduced to chromic acetate as a result of heating, and the color turns light green. This pale green color is read at a wavelength of 570 nm. Glutathione peroxidase (GPx) plays an important role in protecting organisms against oxidative damage by detoxifying peroxides in the cell. In the presence of reduced glutathione, the GPx enzyme catalyzes the process that breaks down H_2O_2 into oxidized glutathione and water. GPx enzyme levels were measured according to the method of Hafeman (1974). The principle of the experiment is based on the spectrophotometric measurement of the compound formed as a result of the reaction of glutathione consumed by the GPx enzyme with the 5,5'-Dithio-bis(2-nitrobenzoic acid) (DTNB) reagent at a 412 nm wavelength.

Statistical analysis

The Graphpad Prism 9.0 program was used in the statistical evaluation of the changing data of the experiments carried out depending on the application of As and Nac at determined concentrations alone or in combination. A one-way ANOVA test and Tukey's multiple comparison test were used for statistical analysis. Results were evaluated with reference to the significance levels of $p<0.05$, $p<0.01$ and $p<0.001$.

RESULTS

Cytotoxicity

The effects on cell viability and lactate dehydrogenase enzyme levels were determined spectrophotometrically by applying a 10 µM concentration of As alone and with 1 mM, 2 mM and 4 mM concentrations of Nac, respectively, to TM3 Leydig cells for 24 h. When the effects of As on cell viability after 24 h of exposure on the TM3 cell line were compared with the control group, it was observed that As reduced the cell viability rate to 50%. In the experimental groups administered Nac together with As, cell viability was found to increase significantly at 2 and 4 mM concentrations of Nac (Figure 1A). When the control and experimental groups were compared in terms of LDH amount, a significant increase was observed in the As group compared to the control group and in the As+Nac groups compared to the Nac control group. When the As+Nac2 and As+Nac3 groups were compared with the As group, there was a significant decrease in LDH content (Figure 1B).

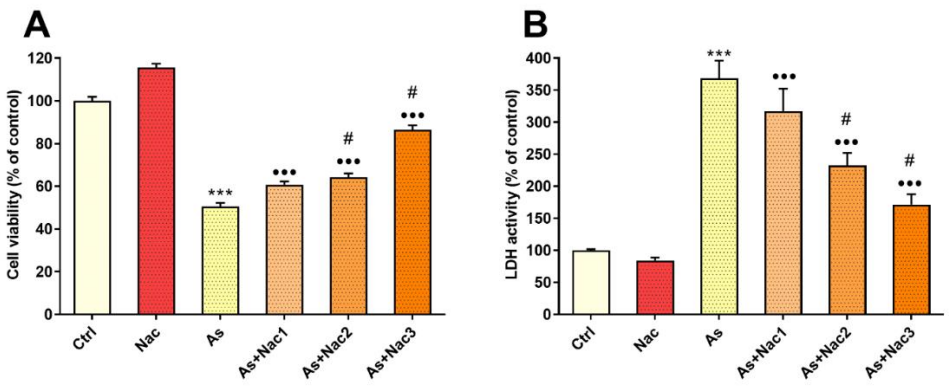


Figure 1. Concentration-dependent effects of As and Nac on cell viability (A) and lactate dehydrogenase activity (B) on TM3 Leydig cells (Nac: 4 mM, As: 10 µM, Nac1: 1 mM, Nac2: 2 mM, Nac3: 4 mM, *: according to control, •:according to Nac, #: according to As group)

Lipid Peroxidation

After 24 h in TM3 Leydig cells, the amount of malondialdehyde in the control and experimental groups was calculated using the spectrophotometric method (Figure 2). When the control group and As group were compared in terms of malondialdehyde amounts, a significant increase was observed compared to the control group. In addition, a significant decrease was observed in the As+Nac2 and As+Nac3 groups in terms of malondialdehyde amounts compared to the As group.

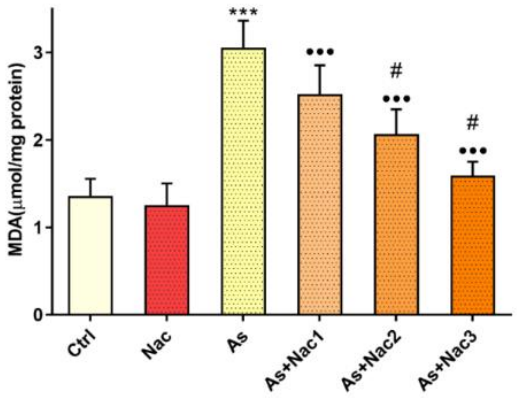


Figure 2. Effects of arsenic and Nac on lipid peroxidation (concentration dependent) on TM3 Leydig cells (Nac: 4 mM, As: 10 µM, Nac1: 1 mM, Nac2: 2 mM, Nac3: 4 mM, *: according to control, •:according to Nac, #: according to As group)

Antioxidant Enzyme Activities

The SOD, CAT and GPx enzyme amounts calculated in the As and Nac-treated groups at the end of the 24-hour experiment period of TM3 Leydig cells are given in Figure 3. At the end of the 24-hour experiment period, a significant decrease was observed in the As group when the control group and the As group were compared in terms of SOD enzyme levels. When the As+Nac1, As+Nac2 and As+Nac3 groups, which were treated with antioxidants in addition to As, were compared with the As group in terms of the amount of SOD enzyme, a significant increase was detected compared to the As group (Figure 3A). When the control group and As group were compared in terms of the amount of catalase enzyme, a significant decrease was observed in the As group. When the As+Nac2 and As+Nac3 groups were compared with the As group, a significant increase was found in terms of the amount of catalase enzyme (Figure 3B). When the experimental groups were compared in terms of GPx enzyme amount, a significant decrease was observed in the As group compared to the control. As+Nac1, As+Nac2 and As+Nac3 groups showed a significant decrease in the amount of GPx enzyme compared to the Nac group, but showed a significant increase compared to the As group (Figure 3C).

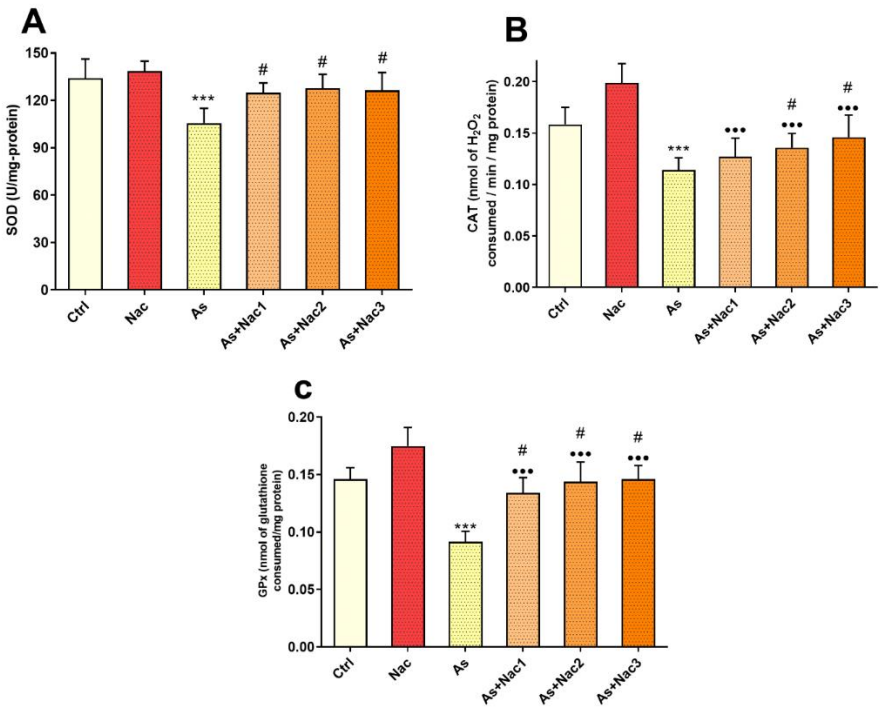


Figure 3. Effects of As and Nac on SOD (A), CAT (B) and GPx (C) enzyme activities on TM3 Leydig cells (Nac: 4 mM, As: 10 µM, Nac1: 1 mM, Nac2: 2 mM, Nac3: 4 mM, *: according to control, •:according to Nac, #: according to As group)

DISCUSSION

Arsenic is an important heavy metal that has an impact on the whole world. It can be found in both inorganic and organic forms, and at various levels of oxidation. The natural presence of arsenic in air, water, and soil, apart from anthropogenic effects, is an important issue that increases its impact on humans and the environment (Singh et al., 2011). Arsenic is known to increase the amount of ROS and produce oxidative stress by interacting with a variety of proteins in the cell. However, its hazardous mechanism is complex and not entirely understood (Hu et al., 2020). Nac is a significant antioxidant for cells since it directly scavenges free radicals while also boosting glutathione and cysteine levels (Shieh et al., 2019). It was shown that administering As caused a decrease in cell viability while administering different antioxidant molecules concurrently caused an increase. It was discovered that applying curcumin at concentrations of 1, 2.5, and 5 µM increased cell viability in this situation when it was applied to PC12 cells along with 10 µM sodium arsenide treatments for 24 h (Rahaman et al., 2020). In a study with Oline-neu cells, it was found that treating the cells for 24 h with 8 µM sodium arsenide and 0.5, 1, and 2 mM Nac resulted in an increase in cell viability (He et al., 2021). Arsenic trioxide was administered to cells for 24 h in the study by Lu et al. (2014) using a rat neuroblastoma cell line (Neuro-2a), and it was discovered that concentrations above 3 µM substantially reduced cell viability. Nac concentrations of 3 µM and higher were found to decrease the harmful effects of arsenic on cells when 5 mM Nac was administered to the same concentration groups (Lu et al., 2014). In this study with Leydig cells, we found that application of 10 µM As decreased cell viability to 50.6% while application of Nac considerably increased cell viability depending on concentration.

LDH is an enzyme that passes from inside the cell to the outside of the cell in cases where the cell membrane is damaged, such as apoptosis, necrosis, and increased reactive oxygen species (Bruni et al., 2018). This property allows the LDH enzyme to be employed in *in vitro* investigations to measure the amount of culture medium required to detect cell damage and estimate the level of toxicity. In a study performed on a mouse liver cell line, 6, 12, or 18 µM arsenide trioxide were applied to the cells for 24 h, and it was observed that the amount of LDH increased significantly at the 18 µM concentration. The amount of LDH considerably decreased when the same cells were treated with 1 mM Nac and 36 µM concentration, which is the IC50 value of arsenic trioxide (Zhong et al., 2021). In a study conducted in female Wistar rats, daily doses of 10 mg/kg sodium arsenide were administered to the animals for 9 days, and when the uteruses obtained from the animals were evaluated, it was determined that

the amount of LDH increased significantly. When 50 mg/kg daily and 100 mg/kg daily Nac were given to rats treated with the same dose of As, it was found that Nac significantly reduced the amount of LDH (Dash et al., 2018). In agreement with earlier studies, we found that 10 µM sodium arsenite considerably enhanced the quantity of LDH in our investigation with Leydig cells. Additionally, the observation that 2 and 4 mM Nac have a curative impact on As toxicity is consistent with *in vivo* and *in vitro* investigations in which As toxicity was treated with Nac (Zhong et al., 2021; Dash et al., 2018).

ROS formed by arsenic application cause oxidative damage to proteins, DNA, lipids, and similar cell components. Membrane degeneration results from lipid peroxidation, which happens when reactive oxygen species interact with lipids in the cell membrane (Halliwell and Gutteridge, 1990). It was discovered that 10 µM arsenic trioxide incubated for 24 h in cardiomyocyte cells increased lipid peroxidation, but that when combined with omega-3 fatty acids (140 mM), omega-3 fatty acids inhibited lipid peroxidation (Varghese et al., 2017). Sinha et al. (2007) found that lipid peroxidation increased when they applied 1 mM sodium arsenite to the cells for 2 h in their study on primary culture hepatocytes obtained from rats. Lipid peroxidation was dramatically reduced in the cells when they added sodium arsenite and either 14 mM taurine or 100 mg/ml vitamin C (Sinha et al., 2007). After five days of exposure to 5 µM arsenic, lipid peroxidation in rat kidney cells increased. A reduction in lipid peroxidation was observed when 10 µM ascorbic acid was introduced to the experimental groups that also included arsenic (Rana et al., 2021). In a study with rat pancreatic beta cells, it was found that lipid peroxidation increased when 2 and 5 µM arsenic trioxide was administered to the cells for 24 h, and that it was reduced when 10 mM Nac was added at the same concentrations (Lu et al., 2011). Our research demonstrated that, contrary to Lu et al. (2011), even Nac (2 and 4 mM) at concentrations lower than 10 mM Nac was beneficial in preventing lipid peroxidation brought on by As. This finding was consistent with the findings described above as well.

Many antioxidant enzymes are involved in the prevention of oxidative damage in cells. The primary enzymes that contribute to preserving the oxidant/antioxidant equilibrium are superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), and glutathione peroxidase (GPx). Increased oxidative stress in cells is seen by the decline in these enzyme levels brought on by hazardous chemicals like arsenic. Studies carried out in various cell lines looked into how antioxidant enzyme levels were affected by As and arsenic thyroxine. Arsenic compounds were applied to cells in the concentration range of 0-20 µM, and it was found that this significantly decreased the levels of SOD, CAT, and GPx enzymes. These studies were conducted *in vitro* with a variety of cell lines, including human bronchial epithelial cells, rat hepatocytes, and human lung adenocarcinoma cells (Sathua et al., 2020; Bera et al., 2010; Jiang et al., 2013). Research have combined a variety of substances with antioxidant capabilities with arsenic in an attempt to reduce the adverse effects of arsenic on the antioxidant system. These studies also looked at the potential therapeutic benefits of these substances on arsenic toxicity. According to research, the antioxidant system enzymes damaged by arsenic may benefit from the preventive or therapeutic effects of taurine, vitamin C, protocatechic acid, omega-3 fatty acids, and resveratrol (Sinha et al., 2007; Li et al., 2021; Zhao et al., 2008; Varghese et al., 2017). In this study, it was discovered that the enzyme levels of SOD, CAT, and GPx in Leydig cells were drastically decreased by As. Furthermore, it has been discovered that the addition of Nac to As actively contributes to the positive support of antioxidant enzyme levels, much like the compounds with antioxidant characteristics against As toxicity that have been mentioned in the literature (Sinha et al., 2007; Li et al., 2021; Zhao et al., 2008).

CONCLUSION

This research evaluated the therapeutic impact of N-acetylcysteine against the toxic effects brought on by sodium arsenite using Leydig cells as an *in vitro* model. Despite the fact that the sodium arsenite concentration used in our study was lower than the levels that many people around the world are exposed to through their drinking water, it has been noted that it alters the intracellular oxidant-antioxidant balance, which increases cytotoxicity, decreases antioxidant enzymes, and results in lipid peroxidation. It was found that, depending on the Nac concentration, administering Nac at three different concentrations reduced the damage being done to Leydig cells by As. In situations where we cannot avoid As, supplementing the diet with Nac will be very useful in minimizing the effects of As.

REFERENCES

ATSDR 2013. Toxicological profiles, the priority list of hazardous substances. Atlanta, GA 30333.

Bera AK, Rana T, Das S, Bandyopadhyay S, Bhattacharya D, Pan D, Das SK 2010. L-Ascorbate protects rat hepatocytes against sodium arsenite—induced cytotoxicity and oxidative damage. Human & Experimental Toxicology, 29(2):103-111.

Bruni A, Pepper AR, Pawlick RL, Gala-Lopez B, Gamble AF, Kin T, Seeberger K, Korbutt GS, Bornstein SR, Linkermann A, Shapiro AMJ 2018. Ferroptosis-inducing agents compromise in vitro human islet viability and function. Cell Death & Disease, 9(6):595.

Dash M, Maity M, Dey A, Perveen H, Khatun S, Jana L, Chattopadhyay S 2018. The consequence of NAC on sodium arsenite-induced uterine oxidative stress. Toxicology Reports, 5:278-287.

El-Demerdash FM, Yousef MI, Radwan FM 2009. Ameliorating effect of curcumin on sodium arsenite-induced oxidative damage and lipid peroxidation in different rat organs. Food and Chemical Toxicology, 47(1): 249-254.

El-Saad AMA, Al-Kahtani MA, Abdel-Moneim AM 2016. N-acetylcysteine and meso-2, 3-dimercaptosuccinic acid alleviate oxidative stress and hepatic dysfunction induced by sodium arsenite in male rats. Drug Design, Development and Therapy, 10:3425.

Flora SJ 2011. Arsenic-induced oxidative stress and its reversibility. Free Radical Biology and Medicine, 51(2): 257-281.

Ghafarizadeh A, Malmir M, Naderi Noreini S, Faraji T 2021. Antioxidant effects of N-acetylcysteine on the male reproductive system: A systematic review. Andrologia, 53(1): e13898.

Hafeman DG, Sunde RA, Hoekstra WG 1974. Effect of dietary selenium on erythrocyte and liver glutathione peroxidase in the rat. Journal of Nutrition, 104: 580-587.

Halliwell B, Gutteridge JMC 1990. Role of free radicals and catalytic metal ions in human disease: an overview, Methods in Enzymology, 186:1–85.

He Z, Zhang Y, Zhang H, Zhou C, Ma Q, Deng P, Yu Z 2021. NAC antagonizes arsenic-induced neurotoxicity through TMEM179 by inhibiting oxidative stress in Oli-neu cells. Ecotoxicology and Environmental Safety, 223:112554.

Heath RL, Packer L 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. Archives of Biochemistry and Biophysics, 125(1):189–198.

Hu Y, Li J, Lou B, Wu R, Wang G, Lu C, Xu Y 2020. The role of reactive oxygen species in arsenic toxicity. Biomolecules, 10(2):240.

IARC 2004. Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, World Health Organization, & International Agency for Research on Cancer. Some drinking-water disinfectants and contaminants, including arsenic, 84.

Jiang X, Chen C, Zhao W, Zhang Z 2013. Sodium arsenite and arsenic trioxide differently affect the oxidative stress, genotoxicity and apoptosis in A549 cells: an implication for the paradoxical mechanism. Environmental Toxicology and Pharmacology, 36(3):891-902.

Jomova K, Valko M 2011. Advances in metal-induced oxidative stress and human disease. Toxicology, 283(2-3): 65-87.

Kim YJ, Kim JM 2015. Arsenic toxicity in male reproduction and development. Development & Reproduction, 19(4): 167.

Li Z, Liu Y, Wang F, Gao Z, Elhefny MA, Habotta OA, Kassab RB 2021. Neuroprotective effects of protocatechuic acid on sodium arsenate induced toxicity in mice: Role of oxidative stress, inflammation, and apoptosis. Chemico-Biological Interactions, 337:109392.

Lu TH, Su CC, Chen YW, Yang CY, Wu CC, Hung DZ, Huang CF 2011. Arsenic induces pancreatic β-cell apoptosis via the oxidative stress-regulated mitochondria-dependent and endoplasmic reticulum stress-triggered signaling pathways. Toxicology Letters, 201(1):15-26.

Lu TH, Tseng TJ, Su CC, Tang FC, Yen CC, Liu YY, Chen YW 2014. Arsenic induces reactive oxygen species-caused neuronal cell apoptosis through JNK/ERK-mediated mitochondria-dependent and GRP 78/CHOP-regulated pathways. Toxicology Letters, 224(1):130-140.

Marklund S, Marklund G 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. European Journal of Biochemistry, 47:469-474.

Mohanty RR, Padhy BM, Das S, Meher BR 2021. Therapeutic potential of N-acetyl cysteine (NAC) in preventing cytokine storm in COVID-19: review of current evidence. European Review for Medical and Pharmacological Sciences, 25(6):2802-2807.

Rahaman MS, Banik S, Akter M, Rahman MM, Sikder MT, Hosokawa T, Kurasaki M 2020. Curcumin alleviates arsenic-induced toxicity in PC12 cells via modulating autophagy/apoptosis. Ecotoxicology and Environmental Safety, 200:110756.

Rana T, Bera AK, Bhattacharya D, Das S, Das SK 2021. In vitro toxicological evaluation of arsenic on superoxide dismutase mediated oxidative stress in renal cells of rat and its amelioration with supplementation of Pleurotus florida lectin (PFL). Comparative Clinical Pathology, 30(3):421-430.

Sathua K, Srivastava S, Flora SJS 2020. MiADMSA ameliorate arsenic induced urinary bladder carcinogenesis in vivo and in vitro. Biomedicine & Pharmacotherapy, 128:110257.

Shieh P, Jan CR, Liang WZ 2019. The protective effects of the antioxidant N-acetylcysteine (NAC) against oxidative stress-associated apoptosis evoked by the organophosphorus insecticide malathion in normal human astrocytes. Toxicology 417: 1-14.

Singh AP, Goel RK, Kaur T 2011. Mechanisms pertaining to arsenic toxicity. Toxicology International, 18(2):87.

Sinha AK 1972. Colorimetric assay of catalase. Analytical Biochemistry, 47(2):389-394.

Sinha M, Manna P, Sil PC 2007. Taurine, a conditionally essential amino acid, ameliorates arsenic-induced cytotoxicity in murine hepatocytes. Toxicology In Vitro, 21(8):1419-1428.

Tenório MCDS, Graciliano NG, Moura FA, Oliveira ACMD, Goulart MOF 2021. N-Acetylcysteine (NAC): impacts on human health. Antioxidants, 10(6):967.

Varghese MV, Abhilash M, Paul MV, Alex M, Nair RH 2017. Omega-3 fatty acid protects against arsenic trioxide-induced cardiotoxicity in vitro and in vivo. Cardiovascular Toxicology, 17(2):109-119.

Venkaiah K, Daveedu T, Prathima P, Pavani R, Sukeerthi S, Reddy MH, Sainath SB 2022. Immobilization stress exacerbates arsenic-induced reprotoxic effects in adult rats. Toxicology Research, 11(3):426-436.

Zafarullah M, Li WQ, Sylvester J, Ahmad M 2003. Molecular mechanisms of N-acetylcysteine actions. Cellular and Molecular Life Sciences CMLS, 60(1):6-20.

Zhao XY, Li GY, Liu Y, Chai LM, Chen JX, Zhang Y, Yang BF 2008. Resveratrol protects against arsenic trioxide-induced cardiotoxicity in vitro and in vivo. British Journal of Pharmacology, 154(1):105-113.

Zhong G, Wan F, Ning Z, Wu S, Jiang X, Tang Z, Hu L 2021. The protective role of autophagy against arsenic trioxide-induced cytotoxicity and ROS-dependent pyroptosis in NCTC-1469 cells. Journal of Inorganic Biochemistry, 217:111396.

Zubair M, Ahmad M, Qureshi ZI 2017. Review on arsenic-induced toxicity in male reproductive system and its amelioration. Andrologia, 49(9): e12791.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Development of Bilayered Knitted Fabrics from Sustainable Fibers For Sportswear Applications

Ayşe Berna Karabulut[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9609-0316.*), Prof. Dr. Fatma Banu Nergis[1](https://orcid.org/0000-0001-6010-6497), Prof. Dr. Cevza Candan[1](*ORCID: https://orcid.org/*0000-0003-2007-5758)

[*1]Istanbul Technical University, Faculty of Textile Technologies and Design, Textile Engineering Department, Istanbul, Turkiye.

*Corresponding author e-mail: karabulutay@itu.edu.tr

Abstract

Sportswear is the clothing including footwear, worn during sports or physical exercise and has an increasing demand due to lifestyle changes, increasing both sports organisations and health consciousness of people. The global sports apparel market is estimated to witness a Compound Annual Growth Rate (CAGR) of greater than 7% during the forecast period of 2022 to 2027. Bearing that into mind, it is no surprise to observe that the sports apparel with improved comfort properties have become more popular than ever. As is well known, comfort perception has four different aspects, such as thermo physiological, psychological, sensorial and wear comfort. In general, optimum thermal and moisture regulation, good air and water vapor permeability, rapid moisture absorption wicking and drying property, soft and pleasent touch are the most common characteristics sought in sportswear for satisfactory comfort properties. Enhancing the wearer's comfort is possible by engineering fabric structures by incorporating suitable fibers. For doing so, in this study, bilayered fabrics in the form of weft knit spacer structures were fabricated in such a way that one layer was from recyled PA and the other from biodesigned, namely Umorfil PA, yarns. The assessment towards constructional, moisture related and stiffness properties was carried out on both the greige and dyed samples. The results obtained for the cases when the fabric surface touching the skin changed were also discussed. The results indicated that use of Umorfil and recycled PA fibers in the fabric structure is not only suitable for active sportswear comfort but also is respectul to the environment.

Keywords: Spacer, umorfil, recycle polyamide, moisture management, sportswear

Introduction

Sports textiles are a sub-branch of technical textiles and also one of the high-performance apparels used to protect the human body during sports. Sports clothing, particularly the base layer garments which are next to the skin, are important to the thermo-physiological comfort of a person, and their performance attributes to the wearer is critical (Kumar, 2020; Paul, 2019; Rasheed, 2020). Shorts, tracksuits, t-shirts, polo shirts, wetsuits, jockstrap, etc. are some sportswear products worn during sports.

As people's working schedules and working hours changed, they started to devote more time to themselves, and at the same time, the awareness of sports for health and the interest in sports have increased. In line with these changes and needs, more expectations have arisen on sportswear. Many studies and technologies has been developing to meet functional expectations in sportswear (Lai et al., 2022; Uttam, 2013). The global sports apparel market is estimated to witness a Compound Annual Growth Rate (CAGR) of greater than 7% during the forecast period of 2022 to 2027.

Users' main problems when using sportswear are considered as sweating, feeling hot during exercise, low strecthing ability, extra weight of the fabric, injuries during falling, excessive movements, hard contact with the ground (Uttam, 2013).

Main requirements from sports textiles can be listed as follows (Jhanji, 2021; Paul, 2019);

- High comfortability, easy to wear, good handling,
- Good thermal properties; cool in summer, warm in winter,
- Lightweight, high elasticity, good compressivity, independent movement,
- Good moisture management and quick drying,
- High perspiration fastness, high strength and durability, good abrasion resistance,
- Easy-care
- Good skin-care; protect skin from UVA, UVB, anti-bacterial, and gentle feeling to skin.

Since it is difficult to meet all these features with a single fiber in a single product, a combination of different fibers for different functions, multilayered structures, coatings, finishes, composites etc. are generally used when designing sportswear products.

As is well known, comfort perception has four different aspects, such as thermo physiological, psychological, sensorial and wear comfort (Manshahia & Das, 2014). In general, optimum thermal and moisture regulation, good air and water vapor permeability, rapid moisture absorption wicking and drying property, soft and pleasent touch are the most common characteristics sought in sportswear for satisfactory comfort properties. Thermophysiological comfort is affected by the breathability and moisture management properties of the fabric. Clothing acts as a barrier for heat and vapor transfer between the skin and the environment. The moisture absorbency and transmission rate of the fabric have a significant effect on the wetness feeling of the skin. Because of the increase in the metabolic rate of the body during sportive activities, body temperature rises and the body dissipates the heat through sweating in order to keep bodycore temperature at 37 ◦C. The heat and energy thrown out of the body must be expelled in order to maintain body comfort, and one of the primary expectations from sportswear is to expel this excess energy, sweat and heat (Kumar, 2020; McCarthy, 2016; Pamuk, 2008).

There are various factors influencing comfort properties of sportswear apparel, including the fiber and yarn type, the fabric structure, weight and thickness of the material, and finishing processes. Enhancing the wearer's comfort is possible by engineering fabric structures by incorporating suitable fibers. The studies in which the effect of yarn and fabric properties on comfort performance of sportswear apparel investigated have revealed that bilayered fabrics ensure good clothing comfort in sports and activewear (Alemu Aduna & Sakthivel Santhanem, 2021; Atalie et al., 2021; Lokhande et al., 2014; Suganthi & Senthilkumar, 2018; Lokhande et al., 2014; Palani. et al., 2019; Udaya Krithika et al., 2021).

The aim of this study has been to develop fabrics for improved comfort properties for sportswear. For doing so, bilayered fabrics in the form of weft knit spacer structures were fabricated in such a way that one layer was from recyled PA66 and the other from biodesigned, namely PA6- Umorfil.

Material &Method

78/72 dtex PA6-Umorfil textured yarn, 78/60x1 dtex Recycle PA66 textured yarn and 44 dtex elastane yarns were used for knitting interlock surfaces of the spacer samples. 22/1 dtex PA6 FDY monofilament yarn, on the other hand, was used for the spacer layer . A Mayer & Cie Relanit 28 fine circular intorlock knitting machine (30 inches in diameter and 92 feeders) was employed for the production of bilayered spacer fabrics. In coding of the samples, P stands for r-PA66, U is for PA6-Umorfil, G is for greige state of the fabric, and D is for dyed samples. The samples were tested in such a way that either the r-PA66 side was considered as the front layer or the Umorfil side. When the r-PA66 layer was considered as the front side, the samples were coded as PUG and PUD. When the Umorfil layer was the front side, the coding used was as UPG/UPD.

Before testing, all fabrics were conditioned under the standard atmospheric conditions (20 0C ±2, 65 % ±5%).
For thickness measurement R&B Cloth Thickness Tester was used according to ISO 5084 standard under 20 g/cm2 pressure. Air permeability test was done in 20 cm^2 test surface area with 200 Pa pressure according to ISO 9237 standard. ASTM D 4032 was used for fabric stiffness testing. Wicking tests were done by prepearing samples with 25 mm x 200 mm dimensions. 5 mm of one end of the samples were immersed in distiled water and wicking height was observed every 5 minutes for a duration of 30 minutes. Water vapor permeability test was conducted according to BS 7209:1990 standard. Drying rates were tested every 1 hour by taking weight of samples after wetting the samples for 30 minutes inside a baker containing 1 L distiled water (Coplan, 1953). Contact angle of all samples were measured using Cam 101 contact angle goniometer (KSV INSTRUMENTS). Course and wales were measured with a magnifying glass.

Results

In Table 1 and Table 2, structural and moisture related properties of the samples are presented, respectively.

Table 1-Structural properties of the samples

Samples	Weight (g/m^2)	Thickness (mm)-(CV%)	Bulk density (g/cm^3)	Porosity	Stifness (kgf)	Air Permeability ($l/m^2/s$)-(CV%)
PUG	404	1,36-(5%)	0,29	75%	1,542	272-(5%)
PUD	347	0,69-(3%)	0,50	56%	0,357	195-(7%)
UPG	404	1,36-(5%)	0,29	75%	1,630	264-(5%)
UPD	347	0,69-(3%)	0,50	56%	0,292	175-(9%)

Table 2. Moisture related properties of the samples

Samples	Water Vapour Permeability ($g/m^2/day$)	Drying Rate ($g/m^2/h$)	Wetting Percentage %	Contact angle (◦ degree)	Wicking in course direction (mm after 30 min.)	Wicking in wale direction (mm after 30 min.)
PUG	5119	114	113	110	137	146
PUD	6100	108	92	97	116	123
UPG	5211	114	113	56	140	152
UPD	5406	108	92	91	120	130

As was mentioned before, during water vapour and air permeability tests, for the PU samples, r-PA66 was considered as the outer side of the fabric, while Umorfil side was considered as the inner side. In the UP samples on the other hand, the fabrics was reversed.
As may be seen from Table 1, the dyed samples had lower air permeability than the greige ones which may be due to their lower porosity and higher bulk density. On the other hand, the dyed samples performed higher water vapour permebility than the undyed ones (Table 2). This may be due to the tendency of the greige fabrics to absorb more moisture which was also reflected to the wicking results. The highest water vapor permeability of the PUD sample may be a result of the sample's lower wicking ability than the other fabrics.

During the drying tests, it was observed that the samples reached 105% of their own dry weight after 4 hours. Despite their higher wetting percentage and wicking height, drying rate of the greige fabric sample is faster which might be due to higher bulk density and the lower porosity of the dyed samples.
The wicking results reveal that for both greige and dyed samples, the wicking height is higher on the Umorfil side of the samples while undyed samples allow higher wicking heights. Higher porosity and lower bulk density of the greige samples together with the undyed fibers' water absorption performance, might have resulted in higher wicking heights.

Finally, it was observed that the contact angles of the dyed samples are very close to each other and the UPG sample yielded the lowest contact angle measurement.

Conclusion
Sustainable fibers, namely recyled r-PA66 and a biodesigned fiber-PA6 Umorfil, were used to produce bilayered knitted fabrics in order to improve and evaluate moisture related properties of sportswears. The results of the tested properties namely, air permeability, drying rate, water vapor permeability, contact angle and wicking tests show that these fibers can be used for the production of sportswear apparel. Since the stiffness test applied from the Umorfil surface resulted in lower value for the dyed sample and higher values are obtained for the Umorfil layer, use of Umorfil on the inner surface of a spacer structure can be recommended.

References

Alemu Aduna, & Sakthivel Santhanem. (2021). Thermal Comfort Properties of a Bi-layer Knitted Fabric Structure for Football Sportswear. *J Textile Sci Eng* , *11*(6), 443.

Atalie, D., Tesinova, P., Tadesse, M. G., Ferede, E., Dulgheriu, I., & Loghin, E. (2021). Thermo-Physiological Comfort Properties of Sportswear with Different Combination of Inner and Outer Layers. *Materials*, *14*(22), 6863. https://doi.org/10.3390/ma14226863

Coplan, M. J. (1953). Some Moisture Relations of Wool and Several Synthetic Fibers and Blends. *Textile Research Journal*, *23*(12), 897–916. https://doi.org/10.1177/004051755302301207

Jhanji, Y. (2021). Sportswear: Acumen of Raw Materials, Designing, Innovative and Sustainable Concepts. In *Textiles for Functional Applications*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.99808

Kumar, S. (2020). *Comfort aspects of sportswear base fabrics:A review*. *7*.

Lai, M. F., Huang, C. H., Lou, C. W., Chuang, Y. C., Lin, T. A., Wang, C. Z., & Lin, J. H. (2022). Effects of different structures on the functional and mechanical properties of elastic knitted fabrics. In *Journal of the Textile Institute* (Vol. 113, Issue 2, pp. 332–340). Taylor and Francis Ltd. https://doi.org/10.1080/00405000.2020.1869448

Lokhande, N. B., Patil, L. G., & Awasare, A. U. (2014). Suitability of Bi-Layer Knitted Fabric for Sportswear Application. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH & TECHNOLOGY*, *3*(7). www.ijert.org

Manshahia, M., & Das, A. (2014). High active sportswear-A critical review. In *Indian Journal of Fibre & Textile Research* (Vol. 39).

McCarthy, B. J. (2016). An overview of the technical textiles sector. In *Handbook of Technical Textiles* (pp. 1–20). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-458-1.00001-7

Pamuk, O. (2008). *CLOTHING COMFORT PROPERTIES IN TEXTILE INDUSTRY*. www.newwsa.com

Paul, R. (2019). *High Performance Technical Textiles*. John Wiley & Sons, Ltd. https://doi.org/10.1002/9781119325062

Rasheed, A. (2020). *Classification of Technical Textiles* (pp. 49–64). https://doi.org/10.1007/978-3-030-49224-3_3

Suganthi, T., & Senthilkumar, P. (2018). Moisture-management properties of bi-layer knitted fabrics for sportswear. *Journal of Industrial Textiles*, *47*(7), 1447–1463. https://doi.org/10.1177/1528083717692594

Uttam, D. (2013). Active Sportswear Fabrics. In *International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research* (Vol. 2, Issue 1). www.irjcjournals.org

➢ *ORAL PRESENTATION*

Investigation of the cytotoxic of *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawl. ex Sprengel

Zemheri Şaman[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0165-7824*), Sevil Yeniocak[1] (ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-8308-7468*), Nurdan Saraç[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7676-542X), Ergun Kaya[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4255-3802*)

[*1]Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Science, Molecular Biology and Genetics Department, Muğla, Turkey.
[2]Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Science, Biology Department, Muğla, Turkey.

*Corresponding author e-mail: zemherisaman@outlook.com

Abstract

Sternbergia lutea (L.) Ker-Gawl. ex Sprengel is used externally in the treatment of rheumatic diseases among the public. Especially the rhizomes of this plant are toxic and therefore there is no internal use among the public. In order to determine the medicinal use of this plant, the cytotoxic dose should be known. In this context, in this study, the cytotoxicity of the rhizomes of this plant on 3T3 cells was determined by MTT test. In this context, the roots and bulbs of the fresh plant were dried and the dried samples were physically crushed with liquid nitrogen in a mortar and the powdered samples were extracted using EtOH. The obtained extract was applied to 3T3 Murine Fibroblast cells and the viability values of the cells were measured by MTT method and the IC_{50} (50% estimated cell viability) value was calculated statistically. According to the test results, the IC_{50} value of the extract on 3T3 cells was determined as 24,798 µg/mL. In the study, the highest viability was determined as 60.87% at a concentration of 15,625 µg. It was observed that the cytotoxicity of the extract increased in a dose-dependent manner.

Keywords: 3T3 Murine Fibroblast, IC_{50}, cytotoxicity, MTT

INTRODUCTION

The *Sternbergia* genus, which is a member of the Amaryllidaceae family, spreads over a wide area from Spain to Turkey (Dane, 1997). Amaryllidaceae alkaloids, lectins, and phenolic acids were obtained in the phytochemical analysis of *Sternbergia* species. One of the alkaloids isolated from *Sternbergia* species is lycorine. Studies on lycorine have shown that it has antiviral, analgesic, anti-inflammatory, and antitumor activities (Gabrielsen et al., 1992; Tanker et al., 1996; itolu et al., 1998; Lamoral-Theys et al., 2009). There are five common species of this genus in Turkey. One of them is *Sternbergia lutea* (L.) Ker-Gawl. ex Sprengel grows in İzmir and Muğla (Aca et al., 2021). *S. lutea* is also known as the "Göç Çiçeği" around Muğla (Kaya, 2011). The antibacterial and antifungal activities of this species have been investigated (Unver et al., 2005). In another study on *S. lutea*, the Brine Shrimp Letalite test determined that the extract prepared using the bulbs of the plant had cytotoxic activity (Kaya et al., 2010). Due to the biological properties of natural products and widely researched herbal extracts, the most important factor limiting their usability is the possible cytotoxic effects of these extracts. Therefore, pre-determination of the toxic dose is of vital importance in biological activity studies (Abdul Ghafoor et al., 2022).

Cytotoxicity studies are performed both *in vitro* and *in vivo*. However, *in vivo* studies have disadvantages, such as ethical concerns and implementation difficulties. *In vitro* studies are easier to apply, cost less, and do not have ethical concerns. Therefore, *in vitro* studies are used as an alternative to *in vivo* studies (Aslantürk, 2018). Although many cytotoxicity tests are available, colorimetric tests are more widely used. (Erkekolu and Baydar, 2021). In these methods, tetrazolium salts are used, and measurements can be made by viewing at the color change. One of the most widely used colorimetric methods is the 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium-bromide (MTT) method (Tokur and Aksoy, 2017). This test is used to measure cell viability and proliferation as well as to determine cytotoxicity (Mossman, 1983). MTT is a yellow formazan salt that changes color with

increasing enzyme activity as a result of cell proliferation and turns into a purple-colored formazan crystal (Morgan, 1998). Cell viability is determined by measuring these crystals dissolved in dimethyl sulfoxide (DMSO) spectrophotometrically (Bahuguna et al., 2017). The cell line commonly used in MTT tests is NIH/3T3 murine fibroblasts. NIH/3T3 is a mouse embryonic fibroblast (MEF) cell that was isolated in 1962 at the Department of Pathology at New York University School of Medicine (Dastagir et al., 2020).

In this study, it was aimed to determine the cytotoxic activity of the ethanolic extract obtained from the *S. lutea* bulbs on 3T3 fibroblast cells. The data obtained from in the current preliminary studies will used for further wound healing and cancer studies.

MATERIAL AND METHOD

2.1. Plant material

S. lutea (L.) Ker-Gawl. ex Sprengel collected in Menteşe district of Muğla (Turkey). The bulbs of the collected plants were dried in a dark room with airflow conditions at room temperature.

2.2. Plant Extraction

The dried samples of *S. lutea* were physically grinded by using liquid nitrogen. 10 grams of powdered plant material was transferred into a flask and 40 ml of ethanol (96%) was added. It was then extracted by keeping it in an ultrasonic water bath at 25°C at 100% vibration for 30 minutes. After the extraction process, the obtained mixture was centrifuged at 4000 rpm for 5 minutes and the supernatant was taken. The same procedure was repeated by adding 40 ml of ethanol to the pellet. The supernatants obtained from both processes were filtered by using whatman filter paper and the particles were removed. After the supernatant was transferred to the beaker, the ethanol was removed and the obtained extract was stored at +4°C.

2.3. Determination of Cytotoxic Activity

The Cell Cultures Passaging

The NIH/3T3 Murine Fibroblast cell lines were cultured in 25-well flasks included DMEM medium containing 10% fetal bovine serum (FBS) and 1% antibiotic. The cells that reached sufficient development were removed with Trypsin-EDTA, counted with trypan blue, and then they were incubated by transferring to 96-well microplates.

Determination of Cytotoxic Dose

The cytotoxicity of *S. lutea* extract on 3T3 cell lines was determined by the MTT method (Mossman, 1983). The cells were transferred to 96-well plates with 10000 cells per well and incubated for 24 hours at 37°C with 5% CO_2. The cells treated with serial dilutions of the extract were incubated for 24 hours at 37°C in 5% CO_2. After 24 hours, 20 µl of MTT was applied to the wells and incubated for 3 hours. After incubation, 100 µl of dimethyl sulfoxide (DMSO) was applied to the wells, and the measurement was made at 540 nm in the spectrophotometer, which was kept at room temperature in a shaking incubator for 20 minutes. The test samples were used in the concentration range of 7.8125-250 µg/ml. The IC_{50} value was calculated as statistically.

RESULTS

In the current study, *in vitro* cytotoxic activity of *S. lutea* bulbs extract was evaluated by MTT test. The highest viability was observed as 60.87% at the concentration of 7.8 µg/*m*L' *m*l. Among the test concentrations, the highest cytotoxicity was determined at 250 µg/*m*l. At this concentration, 3T3 cells were inhibited by 86.5% (Figure 1). The IC_{50} value of the extract was calculated as 24.79 µg/*m*l.

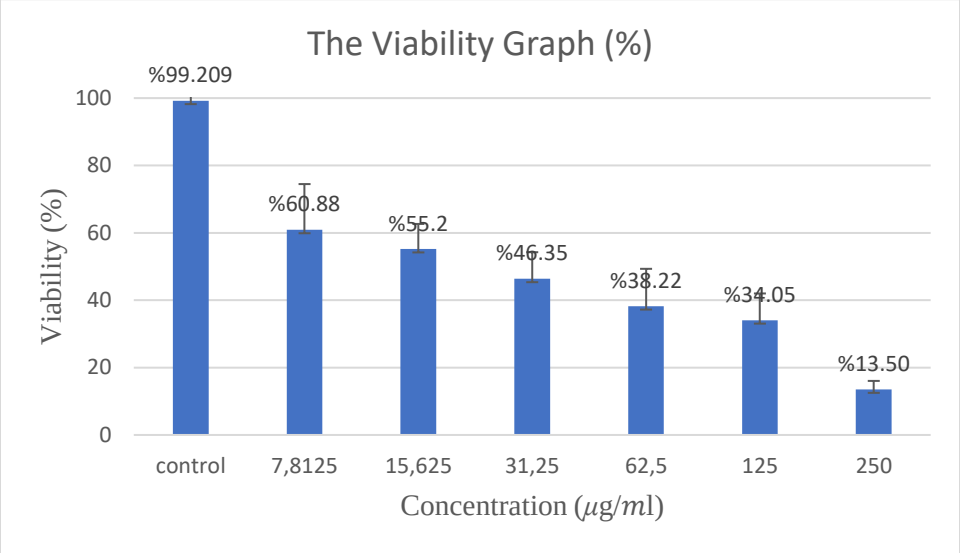


Figure 1. The viability percentages determined by MTT test

DISCUSSION

In the current study, the cytotoxic effect of the *S. lutea* bulbs extract was investigated on the NIH/3T3 fibroblast cells. It has been determined that the *S. lutea* has a dose-dependent cytotoxic effect. The highest viability percentage was observed at the lowest concentration and the cytotoxicity increased by the increasing concentrations of the extract. Kaya et al. (2010) investigated the toxicities of water, ethyl acetate, ethanol and n-hexane extracts obtained from the *S. lutea* bulbs via the Brine Shrimp Letalite test. The IC_{50} values of water, ethyl acetate and n-hexane were higher than 1000, and the IC_{50} value of ethanol was calculated as 126.84 µg/ml. In the current study, the IC_{50} value of the ethanol extract of *S. lutea* bulbs on 3T3 cells was calculated as 24.79 µg/ml. It is thought that the difference in IC_{50} values between the two studies is due to use of the two different methods. *In vitro* cytotoxicity tests are widely used methods due to their advantages such as ease of application and low cost (Aslantürk, 2018). One of these methods is the MTT test. The cytotoxicity, cell viability and proliferation can be detected with the MTT test (Mossman, 1983). In the biological activity studies primarily, investigating the cytotoxicity of the plants can enable to obtain preliminary data for the studies to be carried out. In the current study was determined IC_{50} value of *S. lutea* bulb ethanolic extract and this obtained data can be investigated in future studies on the cytotoxicity of cancer cells.

CONCLUSION

As a result of the current study, it was observed that *in vitro* treatment of *S. lutea* bulb extract for 24 hours decreased the viability percentage of NIH/3T3 Murine Fibroblast cells depending on the dose increase. In the light of the data obtained from the current study, it is aimed to investigate the effect of *S. lutea*, which has a cytotoxic effect, on cancer cells.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author's declarated that the current study derived from a part of Zemheri Saman's master thesis.

REFERENCES

Abdul Ghafoor, N., Galatali, S., Yeniocak, S., Kaya, E., Sarac, N., Uğur, A. (2022). Investigating anticancer potency of *in vitro* propagated endemic *Thymus cilicicus* Boiss. & Bal. extract on human lung, breast, and prostate cancer cell lines. *Biologia*, 77, 3229–3239.

Ağca, A. C., Ekici, A. N. Y., Sarıaltın, S. Y., Çoban, T., İşcan, G. S., & Yılmaz, B. S. (2021). Antioxidant, anti-inflammatory and antidiabetic activity of two Sternbergia taxons from Turkey. *South African journal of botany*, *136*, 105-109.

Aslantürk, Ö. S. (2018). In vitro cytotoxicity and cell viability assays: principles, advantages, and disadvantages. *Genotoxicity-A predictable risk to our actual world*, *2*, 64-80.

Bahuguna, A., Khan, I., Bajpai, V. K., & Kang, S. C. (2017). MTT assay to evaluate the cytotoxic potential of a drug. ||| *Bangladesh Journal of Pharmacology*|||, *12*(2), 115-118.

Çitoğlu, G., Tanker, M., & Gümüşel, B. (1998). Antiinflammatory effects of lycorine and haemanthidine. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, *12*(3), 205-206.

Dastagir, K., Reimers, K., Lazaridis, A., Jahn, S., Maurer, V., Strauß, S., ... & Vogt, P. M. (2014). Murine embryonic fibroblast cell lines differentiate into three mesenchymal lineages to different extents: new models to investigate differentiation processes. *Cellular Reprogramming (Formerly" Cloning and Stem Cells")*, *16*(4), 241-252.

Erkekoğlu, P., & BAYDAR, T. (2020). Güncel İn Vitro Sitotoksisite Testleri. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, *41*(1), 45-63.

Feruzan, D. A. N. E. Sternbergia lutea (L.) Ker-Gawl. Ex Sprengel (Amaryillidaceae) Üzerinde Sitoembriyolojik İnceleme.

Gabrielsen, B., Monath, T. P., Huggins, J. W., Kefauver, D. F., Pettit, G. R., Groszek, G., ... & Phelan, M. J. (1992). Antiviral (RNA) activity of selected Amaryllidaceae isoquinoline constituents and synthesis of related substances. *Journal of Natural Products*, *55*(11), 1569-1581.

Kaya, G. (2011). Sternbergia Waldst. & Kit. türlerinin kimyasal bileşikleri ve biyolojik aktiviteleri. *Marmara Pharmaceutical Journal*, *15*(2), 52-57.

Kaya, G. İ., SARIKAYA, B., Çiçek, D., & Somer, N. Ü. (2010). In vitro Cytotoxic Activity of Sternbergia sicula, S. lutea and Pancratium maritimum Extracts. *Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy*, (1), 41-48.

Lamoral-Theys, D., Andolfi, A., Van Goietsenoven, G., Cimmino, A., Le Calvé, B., Wauthoz, N., ... & Evidente, A. (2009). Lycorine, the main phenanthridine Amaryllidaceae alkaloid, exhibits significant antitumor activity in cancer cells that display resistance to proapoptotic stimuli: an investigation of structure− activity relationship and mechanistic insight. *Journal of medicinal chemistry*, *52*(20), 6244-6256.

Morgan DM (1998). Tetrazolium (MTT) assay for cellular viability and activity. Methods Mol Biol 79: 179-183.

Mosmann, T. (1983). Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *Journal of immunological methods*, *65*(1-2), 55-63.

Tanker, M., Çitoglu, G., Gümühel, B., & Hener, B. (1996). Alkaloids of Sternbergia clusiana and their analgesic effects. *International journal of pharmacognosy*, *34*(3), 194-197.

Tokur, O., & AKSOY, A. (2017). In vitro sitotoksisite testleri. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *6*(1), 112-118.

Unver, N., Kaya, G. I., & Ozturk, H. T. (2005). Antimicrobial activity of Sternbergia sicula and Sternbergia lutea. *Fitoterapia*, *76*(2), 226-229.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Development of the flexible In doped LATP/ PEO composite solid electrolyte

Fatih Öksüzoğlu[1*](https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-0869-2606), Şule Ateş[2](0000-0001-9324-6808), Gültekin Çelik [2](0000-0001-8587-322X), Yasin Ramazan Eker[3](0000-0001-7395-4364), Osman Murat Özkendir[1](0000-0002-0810-9938)

[1] Department of Energy Systems Engineering/ Tarsus University, Mersin, Türkiye
[2] Department of Physics/ Selcuk University, Konya,Türkiye
[3] Department of Metallurgy and Material Engineering /Necmettin Erbakan University, Konya, Türkiye

*Corresponding author e-mail: *(oksuzogluf@gmail.com)*

Abstract

Many studies related to solid state batteries focus on the use of ceramic electrolytes or polymer electrolytes (Manthiram and et al 2017). Ceramic electrolytes offer high mechanical hardness, high temperature stability, which can prevent dendrite formation. Polymer-based electrolyte membranes offer the advantage of low volume expansion, relatively easy handling at room temperature, and good adhesion with an optimal interface contact formation at the electrode/electrolyte interface (Quartarone and Mustarelli 2011; Long and et al 2016; Chen and Fan 2018; Bonizzoni and et al 2019).
The aim of this study is to increase the ionic conductivity of solid-state electrolytes obtained by making composites with PEO polymer electrolyte and $Li_{1.3}Al_{0.3}In_xTi_{1.7-x}(PO_4)_3$ (LAITP) (x=0.1)ceramic electrolyte to produce NASICON type flexible LAITP electrolyte for use in lithium batteries. In addition to the prevention of dendrite formation at the electrolyte-electrode interface in the LAITP+PEO solid state battery, the exchange processes of flexible solid electrolytes within the structure were investigated. The crystal structure, morphological properties and Li^+ ion conductivity of the synthesized flexible composite electrolyte were investigated by X-ray diffraction (XRD), scanning electron microscopy (SEM), electrochemical impedance spectroscopy (EIS), respectively.

Keywords LATP ceramic electrolytes In doping PEO polymer electrolytes Ionic conductivity

INTRODUCTION

Lithium-ion batteries have now been developed and commercialized in electric vehicles and other portable electrical devices (Zeng and et al 2019). The safety factor of lithium-ion batteries has been a major obstacle due to electrolyte leakage, gas formation, narrow operating window, explosion and voltage. Extensive research has focused on finding suitable alternative solutions to solve organic liquid electrolyte problems. Therefore, the all-solid-state battery is one of the viable solutions to create safe batteries with high energy density. Although solid state batteries offer several advantages over liquid electrolyte batteries, it was predicted that the battery could not be used for commercial purposes due to its poor electrochemical performance. One of the main reasons for this is the high interfacial resistance between the solid electrolyte and the electrodes (Yu and Manthiram 2017).

In solid-state electrolytes, it refers to solid-state material that provides good ionic conductivity and has negligible electronic conductivity. Solid-state electrolytes made of glass and ceramic have the advantages of excellent thermal stability, good electrochemical stability. In cells with solid state electrolytes, the risks of decomposition and leakage of flammable liquid organic electrolytes can be eliminated. These solid-state cells will become a more robust material against higher operating temperature, improving both the safety and performance of lithium-ion batteries (DeWees and Wang 2019).

It is a lithium-ion conductive ceramic of NASICON type $Li_{1+x}Al_xTi_{2-x}(PO_4)_3$ (LATP), which has been shown as a good candidate due to its high safety and high conductivity as a result of research. The LATP solid electrolyte has a high conductivity of ~10^{-3} S/cm at room temperature. It is also very stable in the atmosphere and has a high capacity after the charge/discharge cycle even at low current rates (Zhang and et al 2020). On the other hand,

polymer electrolytes are structures that contain a polymer matrix containing a conductive salt, ionic liquid, or electrolytic solution. Common polymers used in electrolytes include polyethylene oxide (PEO), poly(vinylidene fluoride) (PVDF). Polymers generally have low ionic conductivity and low cation transfer. While PEO is generally investigated in electrolyte applications, it leads to lower conductivities due to the hardness of the chemical structures with the decrease of ion mobility in the crystal regions But due to their physical flexibility, easy fabrication and low activation energies, efforts are increasing to make polymer electrolytes commercially viable. (Van Vliet 2021).

In this study, it was aimed to decrease interface resistance between cathode-solid electrolyte and to increase the ionic conductivity of lithium solid state batteries by making composite PEO polymer electrolyte and indium (In) doped LATP (LAITP) solid electrolyte in order to further increase the ionic conductivity.

MATERIALS AND METHODS

Synthesis of LAITP

Solid electrolyte LAITP ($Li_{1.3}Al_{0.3}In_xTi_{1.7-x}(PO_4)_3$, (x=0.1)) was synthesized by solid state method. Stoichiometric amounts of Li_2CO_3, Al_2O_3, TiO2, InO_2 and $(NH_4H_2(PO4)_3$ were mixed in a ball mill for 2 hours. The mixture was kept at 450 ºC at a rate of 2 ºC/min until the decomposition of the ammonium phosphate component and ammonia gas was released, and then at 900 ºC for 3 hours. The mixture removed from the oven was ground again in a ball mill for 5 hours to obtain a homogeneous structure. After the mixture was calcined in an alumina crucible at 900 ºC in air for 6 hours, the powders were pressed into pellets.

Preparation of composite solid electrolytes

For flexible solid composite electrolyte materials, PEO as polymers, lithium perchlorate ($LiClO_4$) were mixed with lithium salt in appropriate mole ratios. For synthesis, PEO and lithium salts were first dissolved in mole percent (4/96) of acetonitrile (ACN) for 2 hours. Then, lithium salts (EO/$LiClO_4$ weight ratio (20:1) were added to the polymer solution and mixed for 5 hours. Lithium salts were kept in the polymer solution until homogeneous.

Finally, LAITP powders were added to the lithium polymer / lithium salts solution (% by weight) and mixed for a certain period of time to obtain a composite solid electrolyte. The resulting slurry will then be poured into a Teflon mold and flattened to ensure even coating of the mold. The resulting solution was then placed in a vacuum oven at 50 °C for approximately 24 hours to allow the solvent to evaporate and left in an atmosphere of air for characterization. To characterize the fabricated composite materials, X-ray diffraction patterns (XRD), scanning electron microscopy (SEM), impedance spectroscopy (EIS) techniques were used for electrochemical measurements.

RESULTS and DISCUSSION

In this study, the electrical and crystalline structure properties of flexible electrolyte formed by combining In doped LATP ceramic electrolyte with PEO polymer solid electrolyte were investigated. Flexible LAITP/PEO solid electrolytes were synthesized by solid state reaction method and characterized by XRD, SEM and EIS techniques.

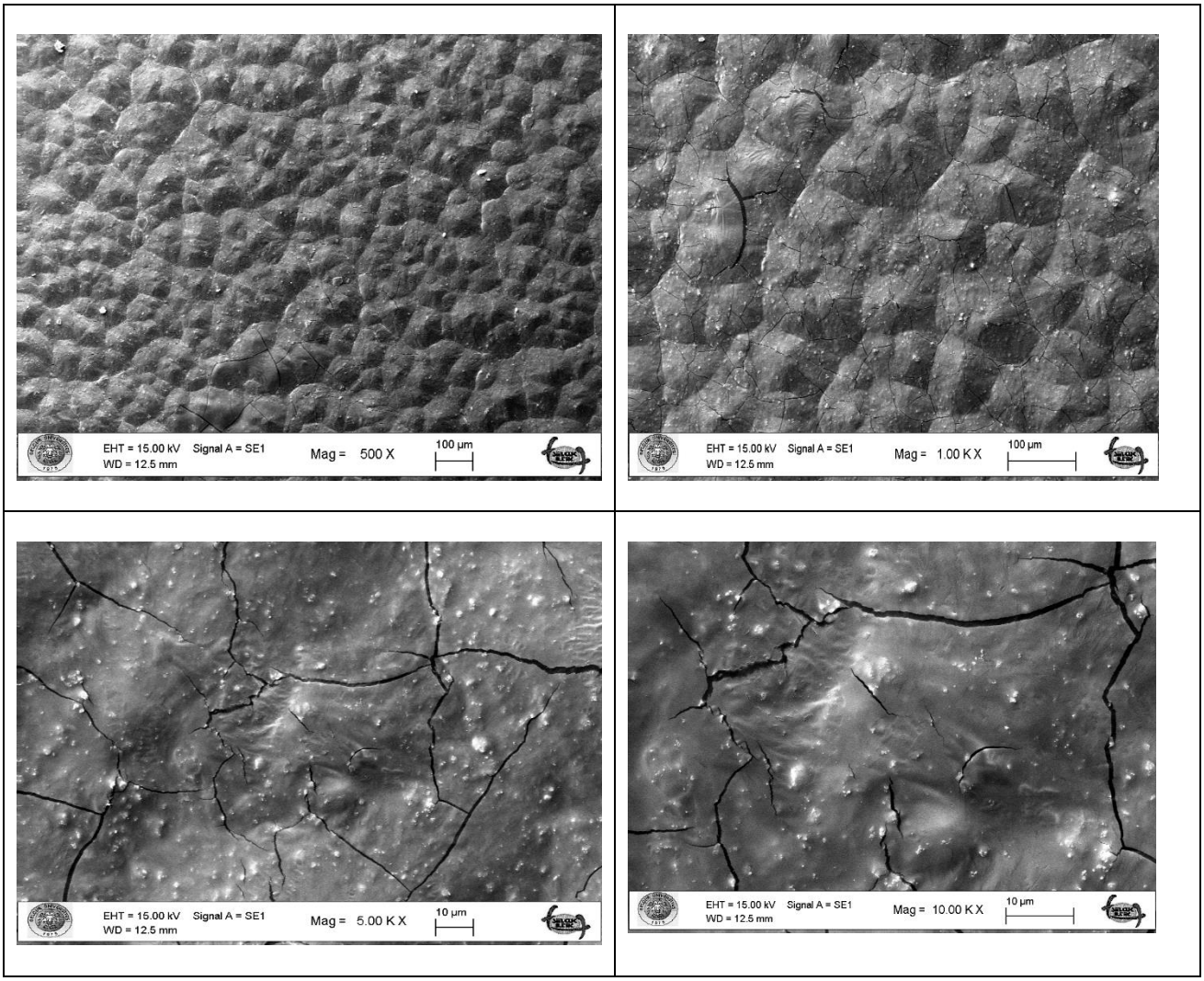


Figure 1. Flexible LAITP/PEO material SEM analysis images

In Figure 1, SEM analysis pictures of LAITP ceramic and PEO polymer solid electrolyte prepared by heat treatment at 900 °C for 6 hours are given. It was observed that The surface of the produced flexible electrolyte consists of peaks and troughs. In addition, when the magnification ratios are increased on the sample surface, cracks are seen more clearly. Particle size observed in the range of 10 - 100 µm.

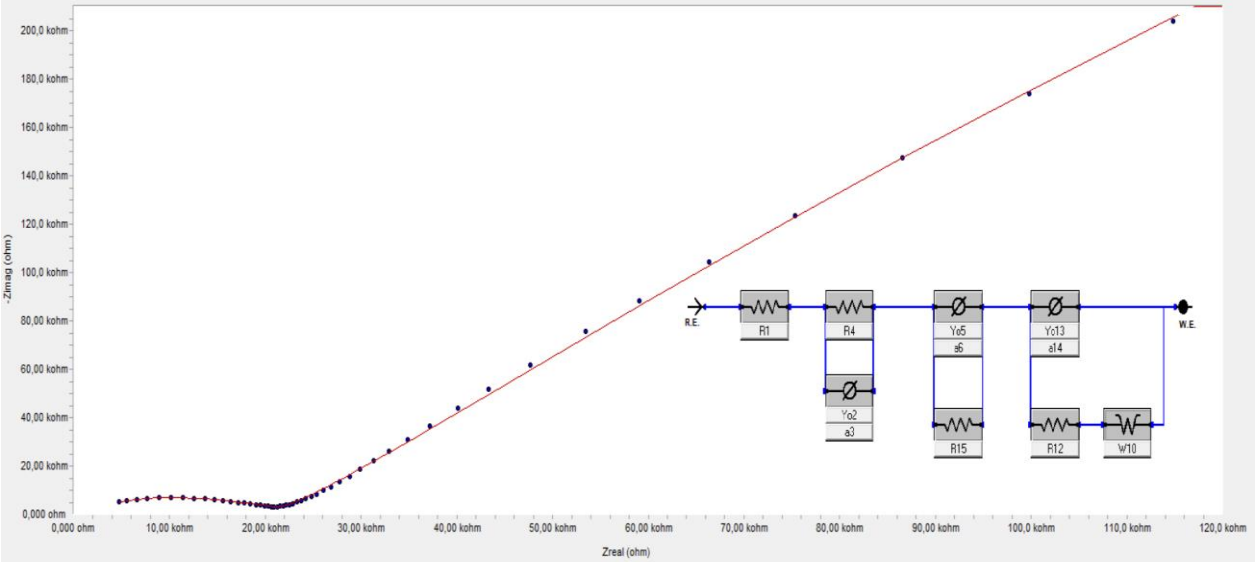


Figure 2. Nyquist graph and equivalent circuit of LAITP/PEO electrolyte

The ionic conductivity of flexible LAITP/PEO composite solid electrolyte was investigated by AC impedance spectroscopy. AC impedance measurements were made in symmetrical cells with two stainless steel electrodes. It was used Gamry PCI4/750 Potentiostat device at room temperature by applying a 50 mV AC signal in the frequency range of 1 Hz–100 kHz for ionic conductivity measurements. The obtained Nyquist representation of impedance data and the equivalent circuit used to analyze these data are shown in Figure 2. The Nyquist graph of the LAITP/PEO flexible solid electrolyte consists of a high-frequency semicircle and a low-frequency curved line. The equivalent circuit can be divided into two parts, the first dealing with the solid electrolyte material itself and the second with the electrode effect. The first part of the equivalent circuit includes the grain resistance (Rg), the grain boundry (R_{gb}) and the stationary phase element (CPE), and the second part of the equivalent circuit includes the CPE, charge transfer resistance (R_{ct}) and the Warburg element (W), which is a term related to the diffusion of ions, formed at the electrolyte-electrode interface. The first part of the equivalent circuit is considered to determine the conductivity of the solid electrolyte.

The total conductivity (σ) can be calculated using Eq. 1.

$$\sigma = L / (Rg+Rgb) A \quad (1)$$

where Rg is the grain resistance, Rgb is the grain boundary resistance, A is the electrode area and L is the sample thickness. Total ionic conductivity was found to be $4.3x10^{-6}$ $S.cm^{-1}$ for LAITP/PEO sample.

X-ray diffraction analysis of LAITP material was performed at Selcuk University (ILTEK) using CuKα radiation in the 2θ range between 10° and 80°. In Figure 3, XRD diffraction patterns of the LAITP sample are given. The XRD graph of the LAITP sample shows that it was formed in the orthorhombic phase and the XRD patterns agree with the studies in the literature.

Crystal structure analysis was performed with Match software using the Rietveld algorithm and is given in Table 1.

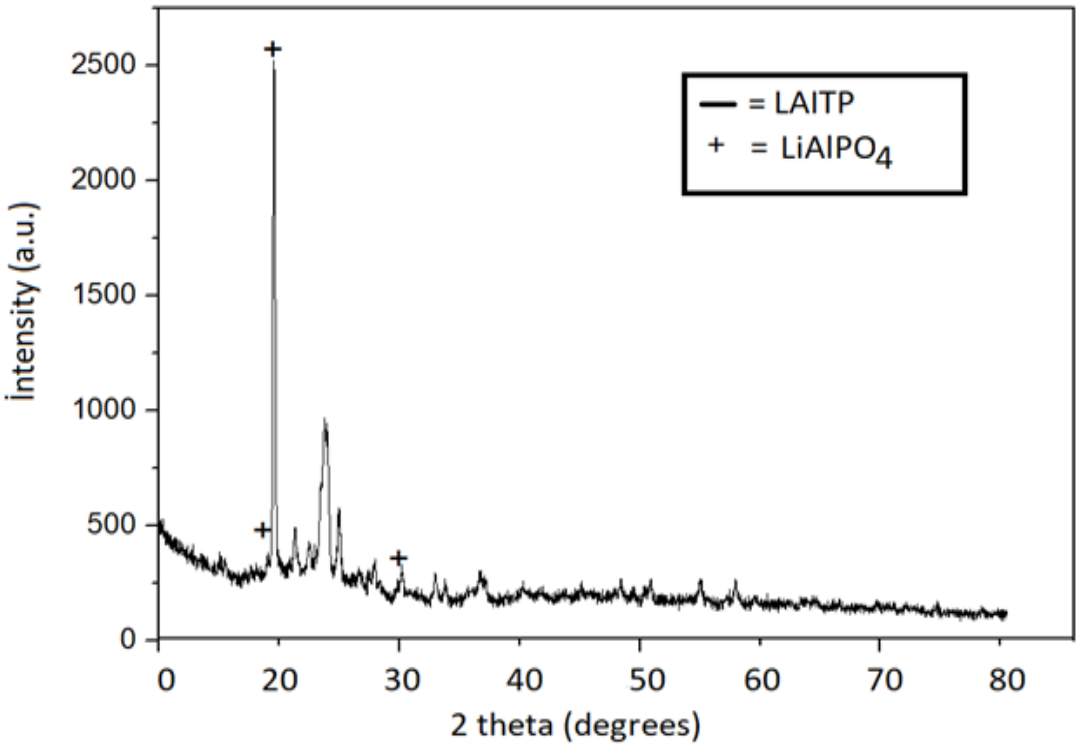


Figure 3. LAITP electrolyte's XRD graph

Table 1. LAITP crystal structure analysis results of samples.

LAITP/ PEO	**Crystal**	**α**	**β**	**γ**	**a (Å)**	**b (Å)**	**c (Å)**	**Geometry**
Li Al Ti In$(PO_4)_3$	Li Ti In$(PO_4)_3$	90	90	90	8.64700	8.80700	24.32800	Orthorhombic
	$LiAlPO_4$	112.12	97.800	67.880	5.18400	7.15500	5.04000	Triclinic

CONCLUSION

The reasons such as the risk of explosion as a result of leakage of organic liquid electrolytes in commercial Li-ion batteries and the growth of lithium dendrites along the electrode/electrolyte have led to the prominence of solid electrolytes that are safer and reduce dendrite formation. However, reducing the interface resistance between solid electrolytes and cathodes will lead to the commercialization of solid-state Li batteries. This is possible with the development of flexible solid electrolytes. For this reason, in this study, the development of electrolytes of Li solid-state batteries, which can be used more safely in electric vehicles, is emphasized.
This study consists of two parts: i) obtaining In-doped LATP (LAITP) ceramic solid electrolyte ii) compositing LAITP ceramic electrolyte and PEO polymer electrolyte to obtain flexible solid-electrolyte. In the first step, Indium doped LATP ($Li_{1.3}Al_{0.3}In_xTi_{1.7-x}(PO_4)_3$, x=0.1) was successfully synthesized to solid electrolyte by solid state synthesis method as seen from the XRD plot and crystal structure analysis. In the second step, flexible LAITP/PEO composite solid electrolyte was successfully obtained.

In this study, it is planned to produce a flexible and highly conductive solid electrolyte by combining highly conductive but brittle LAITP ceramics with flexible but less conductive PEO polymers. however, the expected high ionic conductivity could not be obtained despite the desired elasticity. For flexible LAITP/PEO composite solid electrolyte total ionic conductivity was found to be $4.3x10^{-6}$ $S.cm^{-1}$. Based on these results, it was planned to do In doping with LATP ceramic electrolyte at different rates in order to obtain the desired

ionic conductivity, and to repeat the experimental studies by changing the polymer electrolyte material or the salt used.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank my professors and colleagues working in the laboratory who helped in this study. I would like to thank Selcuk University ILTEK research center for the experimental measurement analysis. A part of this study was presented as an oral presentation at the EurasianSciEnTech 2022 Conference.

REFERENCES

Bonizzoni, S., Ferrara, C., Berbenni, V., Anselmi-Tamburini, U., Mustarelli, P., & Tealdi, C. (2019). NASICON-type polymer-in-ceramic composite electrolytes for lithium batteries. *Physical Chemistry Chemical Physics*, *21*(11), 6142-6149.

Chen, L., & Fan, L. Z. (2018). Dendrite-free Li metal deposition in all-solid-state lithium sulfur batteries with polymer-in-salt polysiloxane electrolyte. *Energy Storage Materials*, *15*, 37-45.

DeWees, R., & Wang, H. (2019). Synthesis and properties of NaSICON-type LATP and LAGP solid electrolytes. *ChemSusChem*, *12*(16), 3713-3725.

Long, L., Wang, S., Xiao, M., & Meng, Y. (2016). Polymer electrolytes for lithium polymer batteries. *Journal of Materials Chemistry A*, *4*(26), 10038-10069.

Manthiram, A., Yu, X., & Wang, S. (2017). Lithium battery chemistries enabled by solid-state electrolytes. *Nature Reviews Materials*, *2*(4), 1-16.

Quartarone, E., & Mustarelli, P. (2011). Electrolytes for solid-state lithium rechargeable batteries: recent advances and perspectives. *Chemical Society Reviews*, *40*(5), 2525-2540.

Van Vliet, M. M. (2021). *Novel Solid-State Electrolytes with Improved Electronic Properties as Hybrid Ionically Conducting Battery Materials* (Doctoral dissertation, Temple University).

Yu, X., & Manthiram, A. (2017). Electrode–electrolyte interfaces in lithium–sulfur batteries with liquid or inorganic solid electrolytes. *Accounts of chemical research*, *50*(11), 2653-2660.

Zhang, D., Xu, X., Huang, X., Shi, Z., Wang, Z., Liu, Z., ... & Zhu, M. (2020). A flexible composite solid electrolyte with a highly stable interphase for dendrite-free and durable all-solid-state lithium metal batteries. *Journal of Materials Chemistry A*, *8*(35), 18043-18054.

Zeng, X., Li, M., Abd El-Hady, D., Alshitari, W., Al-Bogami, A. S., Lu, J., & Amine, K. (2019). Commercialization of lithium battery technologies for electric vehicles. *Advanced Energy Materials*, *9*(27), 1900161.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Strength behavior study of quince under compressive loading

Elçin Yeşiloğlu Cevher [1*] (*https://orcid.org/0000-0001-9062-923X*),
Gürkan Alp Kağan Gürdil[1] (*https://orcid.org/0000-0001-7764-3977*)

[*1] University Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Machinery and Technologies Engineering, Samsun, Turkey.

*Corresponding author e-mail: elciny@omu.edu.tr

Abstract

This study was carried out to evaluate the mechanical properties of quince. Mechanical properties are important in the design of transport, storage, and packaging systems. Some physical properties of quince fruit are also given in the study. Length, width, thickness, geometric mean diameter, arithmetic mean diameter, sphericity, mass, and surface area valueswere determined. Under compression loading, rupture force and energy, deformation to rupture point, rupture stress and rupture strain properties, toughness, and hardness were investigated as mechanical parameters. The puncture test determined the firmness and penetration energy values of the quince. On average, rupture force and energy, deformation, rupture stress, rupture strain, toughness, and hardness properties of quince fruit were 162.21 N, 468.36 mJ, 052 Mpa, 29.05%, 0.075 j/mm^3, 22.35 N/mm, respectively. According to the puncture test results, the firmness value of the quince was determined as 89.72 N for skin and 73.24 N for skinless ($p \leq 0.00$). Likewise, the effect of sample orientations (horizontal and vertical) on the mechanical properties discussed are statistically significant ($p \leq 0.00$).

Keywords: Quince, mechanical properties, physical properties, strength properties

INTRODUCTION

Quince (Cydonia oblonga Mill.) It is in the genus Cydonia of the order Rosales, the Rosaceae family, and the Pomoideae subfamily. Quince, known to have been cultivated since ancient times, passed from Anatolia to Greece and Rome. Quince plant spread from Greece to Central and Eastern Europe in the following centuries. Today, it is grown in all other countries except Australia. Quince, which can be grown in almost every region in Turkey, performs well in sandy-loamy, warm, and permeable soils (Bolat and Second, 2015). Turkey ranks first in the world in terms of quince production. According to the data from 2020, 189,251 tons of quince have been produced in Turkey. China follows Turkey with 111,982 tons, Uzbekistan with 96,242 tons, Iran with 87,799 tons, and Morocco with 57,700 tons (FAO, 2020).

Quince fruit, which has a low-fat content, is rich in vitamins, mineral substances, organic acids, proteins, carbohydrates, amino acids, fibers, antioxidants, and phenolic substances. In addition, it is generally used as a marmalade, jelly, jam, puree, fruit juice, and food additive (Karakaya and Balta, 2021).

Turkey has very suitable ecological conditions in terms of quince cultivation. In addition, knowing the commercial value and the mechanical properties of the quince fruit, which has health benefits, is necessary to protect product quality. Mechanical damage to agricultural products occurs during the product's transportation, storage, and transportation (Stropek and Golacki, 2022). Mechanical damage occurs in fruit tissue due to external forces. Crushing or breaking the fruit increases the tendency to spoil. The force-deformation properties of fruits are used to determine mechanical properties such as firmness, hardness, rupture stress, and rupture strain, which are related to fruit quality. Compression tests applied to fruits simulate the static loading condition that the fruit can withstand during transportation and storage. The obtained mechanical property information is important in developing and designing product handling, transportation, packaging, and storage systems (Chakespari et al., 2010).
Turkey has very suitable ecological conditions in terms of quince cultivation. In addition, the number of studies to determine the mechanical properties of quince fruit, which has commercial value and health benefits, is very limited. However, there is no study on determining the strength behaviors of the Eşme quince. In terms of

preserving the quality of quince fruit, studies to determine its mechanical properties, such as strength behaviors, are important. This study investigated the trend behavior of Eşme quince fruit under compression load.

MATERIALS AND METHODS

Eşme quince variety, which was used as the material in the study, was harvested from the orchard in Ordu province. Quince fruits were harvested in October. The fruits were carefully hand-picked during commercial maturity. Before starting the studies in the laboratory, the fruits were cleaned of dust, dirt, and foreign materials. Studies were carried out at 23° room temperature.

The dimensions of the quinces were determined by measuring with a digital caliper with an accuracy of 0.01 mm. Sphericity (*ϕ;%)* and surface area were calculated with the given equations (Mohsenin, 1980; 1970).

$$\phi = \frac{(L\,W\,T)^{1/3}}{L} 100 \qquad (1)$$

L: Length (mm)
W: Width (mm)
T: Thickness (mm)

$$S = \pi D_g^2 \qquad (2)$$

S: Surface area (mm^2)
D_g: Geometric mean diameter (mm)

Compression tests were carried out with 20 cylindrical samples taken from quince fruits. Cylindrical samples with a diameter of 20 mm and a height of 25 mm were taken from the quinces' horizontal and vertical axes (Figure 1). The axis passing through the fruit's stem pit and flower pit were accepted as the vertical direction, and the axis passing through the lateral region of the fruit was accepted as the horizontal direction. Trials were performed with a Universal Tester (Lloyd Instrument LRX Plus, Lloyd Instruments Ltd, an AMATEK Company). Two parallel plates are placed on the movable and fixed parts of the device with 100 N load cells. Samples were compressed between two plates at a compression speed of 25.4 mm/min.

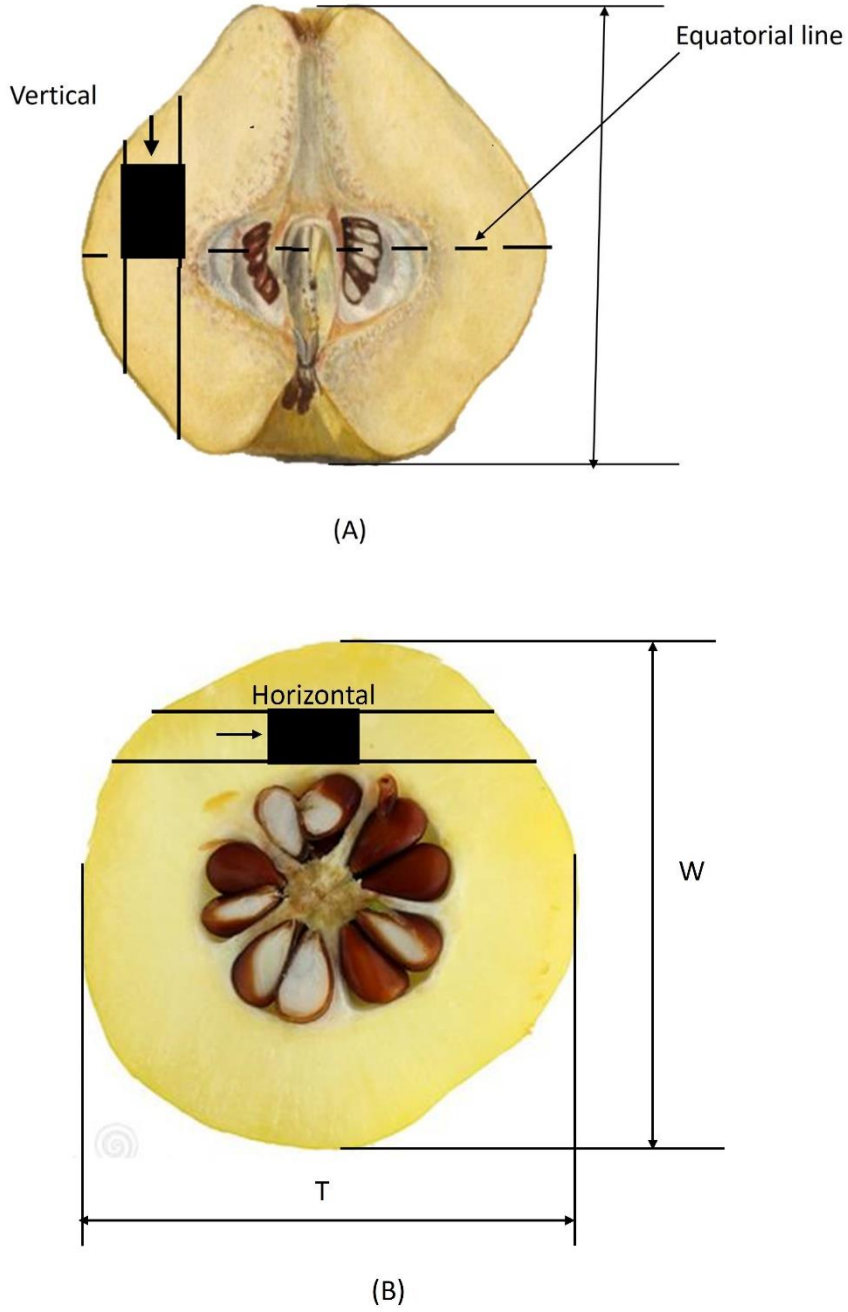


Figure 1. Sample orientations in two directions of vertical (A) and horizontal (B) vertical for compression test

Rupture stress and strain of quinces are calculated with the following equations (Chakespari et al., 2010):

$$\sigma_r = \frac{F_r}{A} \quad (3)$$

$$\varepsilon_r = \frac{D_r}{L_i} \times 100 \quad (4)$$

σ_r: Rupture stress (MPa)

ε_r: Rupture strain (%)

F_r : Rupture force (N)

A: Cross-sectional of the sample (mm^2)

D_r: Deformation of sample to the rupture point (mm)

L_i: Specimen length of fruits (mm).

The given equation determined toughness.

$$T = \frac{E_a}{V_u} \quad (5)$$

Here;

$$E_a = \frac{1}{2} F_r D_r \quad (6)$$

E_a = Energy absorbed by the sample at ruptured paint (Nm)

The hardness value was found using the given equation (Sheikh et al., 2021).

$$Q = \frac{F_r}{D_r}$$

Q: Hardness (Nmm)

In the puncture test, a hemispherical cylindrical penetrator with a diameter of 11 mm was used, which was connected to the load cell of the universal testing device. Immersive tip tests were carried out at 25.4 mm/min loading speed. The test was stopped when the west end tip reached a depth of 10 mm in the lateral region of the quince. Puncture test values were taken from two opposite points along the lateral line.
Statistical analysis of the obtained data was performed using the analysis of variance (ANOVA) test.

RESULTS and DISCUSSION

The weight and size values of the Eşme quince variety are shown in Table 1. The mean values of quince fruits are given with standard deviation (SD) values. The average weight of quince fruit was 279.3 g, length 90.75 mm, width 85.79 mm, thickness 78.87 mm, geometric diameter 89.95 mm, arithmetic mean diameter 85.14 mm, sphericity 93.71% and surface area 22709.77 mm^2.

Table 1. Mass and dimensional properties of quince

Properties	Max.	Min.	mean ±SD
Fruit mass (g)	298.1	261.1	279.3 ±17.86
Fruit length (mm)	96.19	83.17	90.75 ±5.86
Fruit width (mm)	93.41	81.64	85.79 ±4.71
Fruit thickness (mm)	84.24	75.44	78.87 ±4.04
Geometric mean diameter (mm)	88.40	80.46	89.95 ±3.78
Arithmetic mean diameter (m)	88.55	80.52	85.14 ±3.88
Sphericity (%)	96.73	91.32	93.71 ±0.02
Surface area (mm^2)	24548.82	20336.06	22709.77 ±2003.56

Values of mechanical properties obtained from compression tests applied to quince fruits are given in Table 2. The difference between the mechanical properties of the quinces in terms of vertical and horizontal regions was statistically significant at the $p \leq 0.01$ level. It was determined that the rupture force, stress, and hardness values of the quince's vertical axis were greater than those obtained from the horizontal axis. In addition to this situation, the rupture energy, deformation, rupture strain, and toughness values of the vertical axis are lower than those of the horizontal axis. The results are compatible with other studies (Sheikh et al., 2021; Chakespari et al., 2010). The average rupture force obtained from compression tests was 161.18 N, rupture energy 515.06 mJ, deformation 7.49 mm, and rupture stress 0.51 MPa, rupture strain 29.96%, toughness 0.076 J/mm^3 and hardness 21.54 N/mm.

Table 2. The mean and standard deviation values of the mechanical properties obtained from the compression test applied to the quince

Mechanical Properties	Sample Orientation	
	vertical	horizontal
Rupture Force (N)	162.31 ±1.11	160.04 ±0.53
Rupture Energy (mJ)	468.36 ±19.58	561.77 ±26.79
Deformation (mm)	7.26 ±0.13	7.72 ±0.15
Rupture Stress (MPa)	0.52 ±0.01	0.51 ±0.01
Rupture Strain (%)	29.05 ±0.51	30.87 ±0.59
Toughness (J/mm^3)	0.075 ±0.01	0.078 ±0.01
Hardness (N/mm)	22.35 ±0.39	20.75 ±0.38

The values obtained from the punch test are given in Table 3. When the results were examined, it was determined that the firmness and penetration energy values of quince fruits with skin were higher than the results of quince without skin. This is because force addition for skin bursting. Chakespari et al., (2010) obtained similar results in their study on apple fruits. In addition, the difference between the mechanical properties of the quinces in terms of the skin and skinless regions was statistically significant at the $p \leq 0.01$ level.

Table 3. Firmness means and standard deviation values in puncture test

Mechanical Properties	skin	skinless
Firmness (N)	89.72 ±7.71	73.24 ±6.32
Penetration Energy (mJ)	1140.02 ±260.74	820 ±210.82

CONCLUSIONS

This study investigated rupture force, rupture energy, deformation, rupture stress, rupture strain, toughness, hardness, firmness and penetration energy, and mechanical properties of Eşme variety quince fruit. The results obtained will be useful for optimizing the harvest and post-harvest processes of the quince fruit. In addition, the results determined for the design parameters can be used.

REFERENCES

Bolat İ, İkinci A 2015. Eşme ayva (Cydonia oblonga Miller) çeşidinin GAP Bölgesindeki performansı. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, *19*(1), 16-23.

Chakespari, AG, Rajabipour, A., & Mobli, H. (2010). Strength Behavior Study of Apples (cv. Shafi Abadi & Golab Kohanz) under Compression Loading. *Modern Applied Science*, *4* (7), 173 .

FAOSTAT (2020). FAO statistical database. Available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC. [15.10.22]

Karakaya O, Balta MF 2021. 'Eşme'Ayva Çeşidinin Biyokimyasal Özelliklerine Farklı Kurutma Yöntemlerinin Etkisi. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *11*(2), 159-168

Mohsenin N. N. 1970. Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publishers, New York, pp: 51-83.

Mohsenin N N 1980. Physical properties of plant and animal materials. Gordon and Breach Science Publishers. Vol 1. New York, USA

Sheikh M A, Saini C S, Sharma H K 2021. Computation of design-related engineering properties and fracture resistance of plum (Prunus domestica) kernels to compressive loading. *Journal of Agriculture and Food Research, 3*, 100101.

Stropek Z, Gołacki K 2022. Response of Apple Flesh to Compression under the Quasi-Static and Impact Loading Conditions. *Materials*, *15* (21), 7743.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Electron correlation effects for atoms including the configurations $ndn's^2$ and $nd^2n's$

Fifi Karnila[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3018-9006*), Leyla Özdemir[2]
(*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3681-7154*)

[*1]Sakarya University, Faculty of Science, Department of Physics, Sakarya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: fifi.karnila@ogr.sakarya.edu.tr, lozdemir@sakarya.edu.tr

Abstract
The electron valence-valence and core-valence correlation effects on low-lying level energies for Sc I (Z=21) and Y I (Z=39) including the configurations $ndn's^2$ and $nd^2n's$ (n=3, n′=4 for Sc I and n= 4, n′=5 for Y I), respectively, have been investigated. Electron correlation has been considered by expanding the wavefunctions which are a large set of many-electron basis functions generated by electron substitutions. In this work, the results have been obtained by using the multiconfiguration Hartree - Fock (MCHF) method in the framework configuration interaction. Also, the calculations include Breit - Pauli relativistic effects. The results obtained have been compared with the available literature.

Keywords: energy level, valence, core correlation, MCHF

INTRODUCTION

Scandium (Sc) and yttrium (Y) are two Group IIIB and Period 4 and 5 transition metals (Hu, 2016). These two elements are categorized as rare earth elements together with the lanthanides (Knutson et al., 2016). Scandium (Sc, Z = 21) has only one long-lived isotope, and has an atomic mass of 44.95591 a.m.u. The electronic configuration for Scandium is [Ar] $4s^23d^1$ (Pehlivan et al., 2015). Yttrium is a chemical element with the symbol Y (Z = 39), which has a single stable isotope and has an atomic mass of 88.90584 a.m.u. The electronic configuration for Yittrium is [Kr] $4d^15s^2$ (Hu, 2016).

Atomic data, such as energy levels, wavelengths, radiative lifetimes, transition probabilities, and oscillator strengths for scandium, yttrium, and its ions are useful for the studies of astrophysical (Pehlivan, 2018). In some studies, recently research on atomic data related to scandium has been carried out such as (Pehlivan et al., 2015) calculated the oscillator strengths of neutral scandium and (Lawler et al., 2019) had done the research on scandium (Sc) in part of iron-group (Fe-group) abundances in metal-poor stars. While recently the research on atomic data related to yttrium has been carried out such as (Shang Xue et al., 2015) calculated the radiative lifetimes, branching fractions, transition probabilities and oscillator strengths.

In this work, we have reported in particular the valence and core correlation effects on the energy levels for neutral scandium (Sc I, Z=21) and yttrium (Y I, Z=39) using multigonfiguration Hartree - Fock method (MCHF) (Fischer et al., 1997). For these atoms there are data available based on the literature and our results will be compared with the literature data from (Kramida et al., 2022) and (Imanbaeva and Kozlov, 2018).

MATERIALS AND METHODS

The most widely used techniques to study the electron correlation in atoms, molecules and ions are the multiconfiguration Hartree - Fock (MCHF) method (Fischer et al., 1997). In the MCHF method, the wave function Ψ (γ LS) is expanded as linear combination of orthonormal configuration state functions so the (CSF_S) in *LS* coupling,

$$\Psi(\Upsilon\, LS) = \sum_{i=1}^{3d} c_i \Phi(\Upsilon\, LS), \text{ where } \sum_{i=1}^{M} c_i^2 = 1 \qquad (1)$$

The mixing coefficients ci and the radial orbitals are optimized simultaneously, based on the expectation values $\langle\Psi|H|\Psi\rangle$.

In the MCHF method, the Breit - Pauli Hamiltonian for relativistic corrections is taken as a perturbation with order α^2. The Breit - Pauli Hamiltonian includes relativistic effects. This Hamiltonian can be written as follows:

$$\mathrm{HBP} = \mathrm{HNR} + \mathrm{HRS} + \mathrm{HFS} \quad (2)$$

Where H_{NR} is the nonrelativistic many-electron Hamiltonian and H_{RS} is the relativistic shift operator including mass correction, one- and two-body Darwin terms, spin-spin contact term, and orbit-orbit term; fine structure Hamiltonian H_{FS} consists of the spin-orbit, spin-other-orbit, and spin-spin terms. Now, the multiconfiguration wave functions are obtained as linear combinations of $\mathrm{CSF_S}$ in LSJ coupling. Therefore, the radial functions building the $\mathrm{CSF_S}$ are taken from a previous nonrelativistic MCHF run and only the expansion coefficients are optimized. Therefore, the matrix eigenvalue problem becomes,

$$\mathrm{Hc} = Ec \quad (3)$$

Where H is the Hamiltonian matrix. The Breit - Pauli Hamiltonian is a first order perturbation correction to the nonrelativistic Hamiltonian. In the HFR method, for N electron atom of nuclear charge Z_0, the Hamiltonian is expanded as,

$$H = \sum_{i=1}^{N} \left(-\frac{1}{2}\nabla_i^2 - \frac{Z}{ri}\right) + \sum_{i<j}^{N} \frac{1}{r_{ij}} \quad (4)$$

Where *ri* is indicates the relative coordinate of the electron and the distance between the *r i* and *j* electrons (Fischer, 1997).

Wave function $|\gamma JM\rangle$ of the M sublevel of a level labeled γJ is expressed in terms of LS basis states $|\alpha LSJM\rangle$ by the following formula:

$$|\Upsilon\, JM\rangle = \sum_{\alpha LS} |\alpha \mathrm{LS}\, JM\rangle \, \langle |\alpha \mathrm{LS}\, JM|\Upsilon\, J\rangle \quad (5)$$

The data structure in MCHF is an integral list that satisfies the need. Each integral has a determinant wave function for the atom, total binding energy is given by

$$E = \sum_i (E_k^i + E_n^i + \sum_{j<i} E^{ij} \quad (6)$$

Where E_k^i is the kinetic energy, E_n^i is the electron-nuclear energy, and E^{ij} is the Coulomb interaction energy between electron i and j, averaged over all possible magnetic quantum numbers. This method calculates one-electron radial wave functions for each of any number of specified electron configurations, using the Hartree - Fock or any of several more approximate methods. It obtains the center-of-gravity energy of each configuration and those radial Coulomb and spin-orbit integrals required to calculate the energy levels for the configuration. After the wave functions have been obtained, they are used to calculate the configuration-interaction Coulomb integrals between each pair of interacting configurations. Then, energy matrices are set up for each possible value of J, and each matrix is diagonalized to get eigenvalues (energy levels) and eigenvectors (multiconfiguration, intermediate coupling wave functions in various possible angular momentum coupling representations).

In the MCHF method (Fischer, 1977 and 1997), electron correlations are computed by wave function expansions composed of a large set of one-electron basis functions generated by electron replacement. On the other hand, the relative influence of the perturbation is calculated using the framework of Breit - Pauli Hamiltonian. The energy level properties are very useful in quantum electronic, atomic physics and astrophysics. The reliability of values of these parameters are mainly base on the performance of the used methods.

RESULTS AND DISCUSSION

In this study, we consider electron correlation effects on the low-lying energy levels of neutral Scandium (Sc I) and neutral Yttrium (Y I) by using the MCHF atomic structure package (Fischer et al., 1997). In the calculation were selected the configuration sets according to the excitations from valence subshells (valence-valence correlation) and core subshells (core-valence correlation). In Table 1. the configurations according to these correlation models has been listed. For the result of the calculations for Sc I and Y I shown in the Table 2. and Table 3.

Table 1. The configuration sets used in the calculations according to valence-valence (VV) and core-valence (CV) correlations.

Atom	VV	CV
Sc I	$3d4s^2$, $3d^24s$, $3d^3$, 3d4s5s, $4s^2$ 4d, $4s^25s$, 3d4s4d, $3d^25s$, 3d4s6s	$3p^63d4s^2$, $3p^6$ $3d^2$ 4s, $3p^63d3$, $3p^43d^5$, $3p^23d^7$
Y I	$4d5s^2$, $4d^2$ 5s, $4d^3$, $4d^26s$, 4d56s, $4d6s^2$, $5s^26s$, $5s6s^2$	$4p^64d5s^2$, $4p^64d^25s$, $4p^54d^24f5s$

Table 2. Low-lying level energies E (cm^{-1}) for Sc I

Configuration	Term	J	This work		Kramida et al (2022)	Imanbaeva and Kozlov (2018)
			VV correlation	CV correlation		
$3d4s^2$	2D	1.5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		2.5	179.54	244.10	168.3371	173.90
$3d^2(^3F)4s$	4F	1.5	11295.13	51142.26	11519.9611	11 076.7
		2.5	11338.08	51215.16	11557.6556	11 114.7
		3.5	11397.91	51316.93	11610.2357	11 168.8
		4.5	11474.27	51446.77	11677.3121	11 240.1
$3d^2(^3F)4s$	2F	2.5	18752.06	55412.19	14926.061	14 464.4
		3.5	18869.03	55615.68	15041.902	14 584.8
$3d^2(^1D)4s$	2D	2.5	20321.00	63264.30	17012.753	16 963.1
		1.5	20311.62	63279.00	17025.127	16 973.1
$3d^2(^3P)4s$	4P	0.5	19364.61	63959.21	17226.025	17 203.2
		1.5	19388.51	64006.82	17255.076	17 229.6
		2.5	19420.49	64087.05	17307.069	-
$3d^2(^1G)4s$	2G	4.5	23917.68	69195.97	20236.877	-
		3.5	23928.88	69196.59	20239.650	-
$3d^2(^3P)4s$	2P	0.5	25192.73	68125.52	20681.410	-
		1.5	25236.56	68206.58	20719.833	-
$3d^2(^1S)4s$	2S	0.5	38460.52	93469.17	26936.971	-

Table 3. Low-lying level energies E (cm^{-1}) for Y I

Configuration	Term	J	This work		Kramida et al (2022)
			VV	CV	
$4d5s^2$	2D	1.5	0.00	0.00	0.00
		2.5	352.24	519.50	530.351
$4d^2(^3F)5s$	4F	1.5	8920.57	748.40	10937.39
		2.5	9051.58	941.82	11078.614
		3.5	9234.34	1207.49	11277.928
		4.5	9467.68	1561.29	11532.096
$4d^2(^3P)5s$	4P	0.5	15530.41	8907.21	15221.633
		1.5	15611.45	9033.78	15328.865
		2.5	15727.20	9403.41	15476.533
$4d^2(^3F)5s$	2F	2.5	19176.63	9945.77	15326.741
		3.5	19477.94	10691.66	15864.481
$4d^2(^1D)5s$	2D	1.5	18322.16	12906.59	15994.045
		2.5	18353.09	13032.74	16158.865
$4d^2(^1G)5s$	2G	4.5	20511.51	13894.38	18499.315
		3.5	20512.81	13903.45	18512.402
$4d^2(^3P)5s$	2P	0.5	21044.98	18196.14	19237.608
		1.5	21216.88	18463.67	19406.146
$4d^2(^1S)5s$	2S	0.5	22286.96	32288.40	23465.093

In the calculation of Sc I, in Table 2. there are 18 levels were obtained in this work by MCHF method. According to valence-valence (VV) correlation, the first excited level of $3d4s^2$ has the result value that's close to the two literatures. Meanwhile for the other levels there are $3d^2(^3F)4s$ in the term of 4F and 2F,$3d^2(^1D)4s$, $3d^2(^3P)4s$ in the term of 4P and 2P, and $3d^2(^1G)4s$ has the result values that's close to the literature based on (Kramida et al., 2022). For the level of $3d^2(^1S)4s$ has the result value that's far from literature. The result value of CV correlation in the level of $3d4s^2$ is far from the two literatures and the something happens in the other configurations are far from the literatures.

In the calculation of Y I in Table 3. there are 18 levels were obtained in this work. For VV correlation, the first configuration of 4d5s2 has the result value that's far from the literature. Meanwhile for the other configurations there are $4d^2(^3F)5s$ in the term of 4F and $2F_{3.5}$, $4d^2(^3P)5s$ the term of 4P and 2P, $4d^2(^1D)5s$, $4d^2(^1G)5s$, and $4d^2(^1S)5s$ has the result values that close to the literature. For result value of CV correlation in the first excited level $4d5s^2$ is close to the literature and the something happens in the configurations of $4d^2(^1D)5s$, $4d^2(^1G)5s$, and $4d^2(^3P)5s$ in the term of 2P are close to the literature. for the level of $4d^2$ $(^3F)5s$ in the term of 4F and $2F_{2.5}$, and $4d^2(^1S)5s$ are far from the literature.

Moreover, we have calculated the error percentage of the research for the accuracy in this work ((Result value – Literature value) / Literature value) × 100. Based on energy levels of Sc I, the configuration of $3d^2(^3F)4s$ in the term of 4F has the smallest error percentage of all energy levels, for (J=1.5) is 1.9%, (J=2.5) is 1.8%, (J=3.5) is 1.8% and (J=4.5) is 1.7%). Meanwhile for the energy levels of Y I, the configuration of $4d^2(^3P)5s$ in the term of 4P has the smallest error percentage of all energy levels, for (J=0.5) is 2%, (J=1.5) is 1.8%, and (J=2.5) is 1.6%.

CONCLUSION

The main purpose of this paper was to perform the MCHF calculation for low-lying level energies of the Sc I and Y I spectrum. In the general, the results obtained according to valence- valence correlations are better than according to the core-valence correlation. However, we inform that we have not widely selected configuration set for core-valence correlation calculation because of the computational restrictions for both atoms. Although these configurations are not difficult to saturate three-electron CI space, the energies of the 3d and 4s subshells are very

close and mixing of configurations is stronger than usual for Sc I (Imanbaeva and Kozlov, 2018). we think in this case also will occur for 4d and 5s. In addition, for this reason we have not considered all interactions for Breit - Pauli Hamiltonian due to widely produced interaction integrals, so the spin-orbit interactions only considered in particular core-valence correlation calculations. Accurate atomic structure data is an essential ingredient for a wide range of research fields. The energy level data that presented for Sc I and Y I in this work can be useful to investigation for some energy level parameters.

REFERENCES

Fischer CF 1977. The Hartree – Fock metho for atoms: a numerical approach. University Park. Pennsylvania.

Fischer CF, Brage T, Jonsson P 1997. Computational atomic structure: an MCHF approach. Institute of physics publ, Philadelphia, Penn; Briston, UK.

Fischer CF 1991. The MCHF atomic-structure package. Computer physics communications, 64:369-398.

Fischer CF, Tachiev G, Gaigas G, Godefroid M 2007. An atomic structure package for large - scale calculations. Computer physics communications, 176:559-579.

Hannaford P, Lowe RM 1982. New atomic lifetime results for some levels of neutral yttrium. J. Phys. B: At. Mol. Phys, 15:65-68.

Hu W (2016). Yttrium and scandium in solution-processed oxide electronic materials. Michigan University.

Imanbaeva RT, Kozlov MG 2018. Configuration interaction and many-body perturbation theory: application to scandium, titanium, and lodine. Ann.phys. Berlin, 1800253.

Kaufman V, Sugar J 1988. Wavelengths and energy level classifications of scandium spectra for all stages of ionization. Journal of Physical and Chemical Reference Data, 17. Available at: https://doi.org/10.1063/1.555815.

Knutson HK, Holmqvist A, Nilsson B 2015. Multi-objective optimization of chromatographic rare earth element separation. Journal of Chromatography A. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma

Kramida A, Ralchenko Y, Reader J and NIST ASD Team (2022). *NIST Atomic Spectra Database* (ver. 5.10), [Online]. Available at: https://physics.nist.gov/asd. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD. DOI: https://doi.org/10.18434/T4W30F

Lawler JE, Hala, Sneden C, Nave G, Wood MP, Cowan JJ 2019. Transition probabilities of Sc I and Sc II and scandium abundances in the sun, Arcturus, and HD 84937. The astrophysical journal supplement series, 241:21 (19pp).

Lawler JE, Dakin JT 1989. Absolute transition probabilities in Sc I and Sc II. J. Opt. Soc. Am. B 16, No 8 1457.

Liu C, Yu Q, Wang X, Yang Y, Dai Z 2019. Radiative lifetime measurements of Sc I levels by time-resolved laser spectroscopy. Journal of quantitative spectroscopy & radiative transfer, 229: 1-3.

Pehlivan A, Nilsson H, Hartman H 2015. Laboratory oscillator strengths of Sc I in the near-infrarednregion for astrophysical applications. Astronomy & Astrophysics, 582, A98. DOI: 10.1051/0004-6361/201526813

Pehlivan A 2018. Experimental and computational atomic spectroscopy for astrosphysics: oscillator strengths and lifetimes fro Mg I, Si I, Si II, Sc I, and Sc II. Lund University.

Samson IM, Chasse M 2016. Scandium (Sc). Windsor University. Researchgate. Available at: https://www.researchgate.net/publication/306330634

Schrödinger E 1926. An undulatory theory of the mechanis of atoms and molecules. Physical review, 28:1049-1070.

Schiffmann S 2021. Computational atomic structures toward heavy element research. Lund university and universite libre de bruxelles.

Scott P, Asplund M, Grevesse N, Bergeman M, Sauval AJ 2015. The elemental composition of the Sun. Astronomy & Astrophysics, 573, A26. DOI: 10.1051/0004-6361/201424110

Shang X, Wang Q, Tian Y, Wang C, Dai Z 2015. Radiative lifetimes, branching fractions, transition probabilities and oscillator strengths of some levels for neutral yttrium. J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys, 48 085001 (7pp).

Wang Q, Yin J, Jiang L, Shang X, Tian Y, Dai Z 2014. Experimental brancing fractions, transition probabilities and oscillator strengths in Gd I and Gd II. J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys, 47 035003. DOI: 10.1088/0953-4075/47/3/035003

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Uzun Zincirindeki Karbon Sayısı Farklı Üç Pozitif Azot Atomu İçeren İki Adet Tri-katyonik Yüzey Aktif Maddenin Sentezi ve 1.0 M HCl Ortamında Anti-Korozyon Özelliklerinin İncelenmesi

Serkan ÖZTÜRK[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9396-1403*), Fatih ŞEKER[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1796-3949*), Edanur BEYAZ[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0993-0346*)

[1] Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Bursa, Türkiye
[2] Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü, Bursa, Türkiye

*serkanozturk@uludag.edu.tr

Özet

Endüstride, diğer birçok metalde olduğu gibi, termodinamik olarak istemli olmasından dolayı, yumuşak çeliğin de başına gelebilecek en talihsiz olaylardan biri korozyondur. Metalin kimyasal ya da elektrokimyasal olarak çözünmesi olarak da tanımlanabilen korozyon olayında metallerin mukavemeti dolayısıyla ömrü azalır. Maddi kayıpların yanında insan sağlığı ile çevreyi de olumsuz etkileyen korozyon olayı, metallerin bulundukları korozif ortamdaki elemanlarla reaksiyonu sonucu kararlı oldukları bileşik haline dönme eğilimlerinden kaynaklanmaktadır. Asidik ortamda daha hızlı gerçekleşen korozyon olayına karşı bu çalışmada, yapısında üç adet pozitif yüklü kuaterner amonyum azotu içeren ve uzun zinciri 12 ile 16 karbonlu olan iki tane tri-katyonik yüzey aktif madde sentezlenmiştir. Sentezlenen yüzey aktif maddelerin yapıları çeşitli spektroskopik yöntemlerle (FT-IR, ^{1}HNMR ve ^{13}CNMR) ispatlanmıştır. Sentezlenen ve yapıları aydınlatılan iki adet ürünün, 1.0 M HCl asidik ortamda, kütle kaybı yöntemi kullanılarak yumuşak çeliğin korozyonuna karşı inhibisyon etkinlikleri belirlenmiştir. Farklı inhibitör konsantrasyonlarına sahip 1.0 M HCl çözeltilerine, metal kuponların, oda sıcaklığında 24 saat süreyle daldırılması suretiyle yapılan korozyon testleri sonucunda, her iki yüzey aktif madde için, birbirine yakın ve etkin inhibisyon etkinlikleri (% 92.82 – 95.11) elde edilmiştir. Bunun yanı sıra, korozyona karşı etkinlikleri ile ilişkilendirmek adına, söz konusu tri-katyonik yüzey aktif maddeler için kritik misel konsantrasyonu, bu konsantrasyondaki yüzey gerilimleri, misel oluşum serbest enerjisi gibi bazı fizikokimyasal parametreleri de hesaplama yoluna gidilmiştir. Yüzey aktif maddelerin metal yüzeyine adsorbe olarak yüzeyi korozyondan koruduklarının önemli bir destekleyici delili olan taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile yüzey görüntüleri de alınmış ve asit çözeltisine daldırılan metal yüzeylerindeki pürüzlülük halleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sentez, Korozyon, Korozyon inhibitörü, Asidik ortam, SEM

Synthesis of Two Tri-Cationic Surfactants Containing Three Positive Nitrogen Atoms With Different Carbon Number in The Long Chain And Investigation of The Anti-Corrosion Properties in 1.0 M HCl

Abstract

Corrosion is one of the most unfortunate events that can happen to mild steel in industry, as it is thermodynamically desirable, as with many other metals. In the event of corrosion, which can also be defined as the chemical or electrochemical dissolution of the metal, the strength of the metals and thus their life is reduced. Corrosion phenomenon, which adversely affects human health and the environment as well as material losses, results from the tendency of metals to turn into stable compounds as a result of the reaction of the metals with the elements in the corrosive environment. In this study, two tri-cationic surfactants containing three positively charged quaternary ammonium nitrogens in their structure and having a long chain of 12 to 16 carbons were synthesized against corrosion that occurs more rapidly in an acidic environment. The structures of the synthesized surfactants were proved by various spectroscopic methods (FT-IR, ^{1}HNMR and ^{13}CNMR). The inhibition activities of two products, which were synthesized and their structures were elucidated, against mild steel corrosion were determined by using the weight loss method in 1.0 M HCl acidic medium. As a result of corrosion tests performed by immersing metal

coupons in 1.0 M HCl solutions with different inhibitor concentrations for 24 hours at room temperature, close and effective inhibition efficiencies (92.82 - 95.11%) were obtained for both surfactants. In addition, some physicochemical parameters such as critical micelle concentration, surface tensions at this concentration, and free energy of micelle formation were calculated for the tri-cationic surfactants in order to correlate them with their anti-corrosion activities. Surface images were also taken with scanning electron microscopy (SEM), which is an important supporting evidence that surfactants adsorb on the metal surface and protect the surface from corrosion, and the roughness conditions on the metal surfaces immersed in the acid solution were determined.

Keywords: Synthesis, Corrosion, Corrosion inhibitor, Acidic environment, SEM

GİRİŞ

Korozyon, malzemelerin içinde bulundukları ortamın etkisiyle, kimyasal ve elektrokimyasal reaksiyonlar sonucunda fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri kapsamında değişime uğramalarıdır (Görenler, 2007). Söz konusu malzeme metal ve alaşımlarından ibaret ise o zaman metal korozyonu ifadesi kullanılabilmekte ve metalik korozyon, metal veya metal alaşımlarının oksitlenme veya diğer kimyasal etkilerle aşınma durumu şeklinde de tanımlanabilmektedir. Korozyon, olması istenmeyen bir olaydır ve ekonomik bakımdan her ülkenin büyük kayıplara uğramasına neden olur. Demir ve çeliğin büyük bir kısmı her yıl korozyon sonucu kaybedilmekte veya kullanılmaz hale gelmektedir. Korozyon sonucu kaybedilen metal, kendi maliyetinin çok üstünde ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Diğer taraftan korozyon kayıpları yalnız demir ve çelik endüstrisini değil, bu endüstriden yararlanarak yapılmakta olan bütün yatırımların verimini etkilemekte ve ülke ekonomisini ilgilendiren bir konu olmaktadır. Korozyon nedeniyle meydana gelen malzeme, enerji ve emek kaybı pek çok ülkenin gayri safi milli gelirinin yaklaşık % 3.5-% 5' i düzeyindedir. Ülkemiz için bu değerin % 4.5 dolayında olduğu belirlenmiştir (Bennet ve ark., 1978; Çakır, 1993-a; Çakır, 1993-b). Bu değer önemli bir ekonomik kayıptır. Korozyon maddi kayıpların yanı sıra insan hayatı ve sağlığına zarar veren ve çevre kirliliğine neden olan bir olaydır.

Endüstride, metal yüzeyindeki pasın ve yine yüzeyde bulunan yabancı maddelerin temizlenmesi için son derece etkili bir yüzey temizleme yöntemi olan asitle temizleme (pikling) sıklıkla kullanılmaktadır. Bu temizleme işleminde en çok kullanılan asitler HCl ve H_2SO_4 çözeltileridir (Bereket ve Pınarbaşı, 2008). Temizleme işlemi esnasında asitle temas eden metal yüzeyinde zamanla yükseltgenme sonucu metal korozyonu meydana gelmektedir. Metallerdeki korozyon olayı, anotta yükseltgenme, katotta indirgenme şeklinde aynı anda yürüyen iki elektrokimyasal reaksiyondan oluştuğu için, asidik ortamdaki metal korozyonunun anot reaksiyonunda metal yükseltgenirken, katot reaksiyonunda da asitten gelen hidrojen iyonları metalin verdiği elektronları alıp indirgenerek H_2 gazı oluşumuna neden olmaktadır.

Asidik ortamda meydana gelen metal korozyonunu engellemek veya azaltmak için en yaygın kullanılan yöntem inhibitör kullanımıdır. Korozyon inhibitörü düşük derişimlerde ortama eklendiğinde korozyon hızını önemli ölçüde azaltan maddedir. Bu etkiyi gösterecek inhibitörlerin korozif elektrolit ortamda yeterince iyi çözünmesi, malzeme yüzeyindeki nispeten dayanıksız noktaları oluşturan aktif merkezleri iyi kapatması, yüzeye iyi tutunması ve örtmesi, yüzeyin veya aktif merkezlerin çözeltiyle temasını kesmesi istenir.

Son yıllarda yapılan araştırmalarda metal korozyonuna karşı yüzey aktif maddelerin inhibitör olarak kullanılabilecekleri keşfedilmiştir. Özellikle yapısında birden fazla pozitif yüklü azot atomu bulunan katyonik yüzey aktif maddelerin asidik ortamda meydana gelen metal korozyonuna karşı etkin inhibitörlük özellik gösterdikleri yapılan bilimsel çalışmalarda kanıtlanmıştır (Öztürk, 2022; Öztürk ve Altınölçek, 2022; Öztürk ve ark., 2021; Hegazy ve ark., 2015). Bu çalışmaların fazlalaşması adına, bu çalışmada, yapısında 3 adet pozitif yüklü azot atomu içeren 2 adet tri-katyonik yüzey aktif madde sentezlenmiş ve sentezlenen bu maddelerin yapıları aydınlatıldıktan sonra 1.0 M HCl ortamında korozyon inhibitörlük özellikleri araştırılmıştır. Bununla birlikte, yüzey aktif maddelerin yüzey aktifliğini en çok gösterdiği konsantrasyon olan kritik misel konsantrasyonu (KMK), bu konsantrasyonlarındaki yüzey gerilimleri, misel oluşum serbest enerjisi gibi fizikokimyasal parametreler hesaplanmış ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile asidik çözeltiye daldırılan metal yüzeylerindeki pürüzlülük durumları görüntülenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Kimyasallar

Tüm sentezlerde kullanılan etilkloro asetat, uzun zincirinde 12 ile 16 karbon bulunduran N,N-dimetil amin türevi ve etanol Merck (Merck, Darmstadt, Almanya) firmasından; 3-(dimetilamino)-1-propilamin ile (2-bromoetil)trimetil amonyum bromür ise Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, ABD) firmasından temin edilmiştir. Korozif ortam olarak kullanılan 1.0 M HCl çözeltisi, yine Merck firmasından satın alınan kütlece %37'lik HCl çözeltisinden hazırlanmıştır.

Aletler

Sentezlenen son ürünlerin FT-IR spektrumları, Perkin-Elmer firmasına ait Spectrum Two FT-IR spektrometresinde; NMR spektrumları (^{1}H NMR and ^{13}C NMR) ise dimetil sülfoksit çözücüsü içinde Agilent 600 MHz Premium Compact NMR spektrometresinde alınmıştır. Elde edilen yüzey aktif maddelerin, konsantrasyona karşı iletkenlik ölçümü yöntemi kullanılarak belirlenen KMK değerleri için iletkenlik ölçümlerinde OHAUS Starter 3100M marka dijital kondüktrometre kullanılmıştır. Korozyon testinden hemen sonra metal plakaların 1000 kat büyütülmüş yüzey görüntüleri Carl Zeiss EVO 40 marka taramalı elektron mikroskobunda elde edilmiştir.

Bileşiklerin Sentezleri

Çıkış maddesi olarak kullanılan etilkloro asetat ile uzun zincirinde 12 ile 16 karbon bulunduran N,N-dimetil amin türevi eşit mol oranlarında geri soğutucu altında 48 saat etanol içerisinde ısıtıldı. Sürenin sonunda alkol evaporatörde buharlaştırıldı ve kalıntı herhangi bir saflaştırma yapmadan açık sarı renkli sıvı ürün (**1a-b**) bir sonraki adımda kullanıldı. İlk aşamada elde edilen bir adet pozitif yüklü azot atomu içeren etil ester türevi bileşik yine eşit mol oranında 3-(dimetilamino)-1-propilamin maddesi ile çözücüsüz ortamda 24 saat süreyle 120 ^{o}C'de ısıtıldı. Sürenin ardından kalıntı eter ile yıkandı ve geriye koyu kahverenkli sıvı wax tarzında madde (**2a-b**) kaldı. İkinci aşamada elde edilen uzun zincirli pozitif azot atomu içeren amit türevi yine eşit moldeki (2-bromoetil)trimetil amonyum bromür ile etanol içerisinde 48 saat geri soğutucuda kaynatıldı. Isıtma işleminin ardından çözücü olan etilalkol buharlaştırılıdı ve kalıntı sıcak aseton ile yıkandı. Bu esnada çözünmeyen katı vakumda süzüldü ve süzüntüden aseton uzaklaştırıldı. Geriye koyu kahverengi yağımsı madde kaldı (**3a-b**). Sentezlenen 2 adet tri-katyonik yüzey aktif maddenin verimleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Sentezlenen tri-katyonik bileşikler ile ilgili karakteristik veriler

Bileşikler	Kimyasal Formül	Molekül ağırlığı (g/mole)	Verim (%)
3a	$C_{26}H_{59}Br_2ClN_4O$	639,03	67
3b	$C_{30}H_{67}Br_2ClN_4O$	695,14	55

Asidik Ortamda Gerçekleştirilen Korozyon Testleri

Asidik ortamdaki korozyon testleri 1.0 M HCl korozif ortamda metaldeki kütle kaybı yönteminden yararlanılarak gerçekleştirildi. Korozyon testlerinde kullanılan metal plakalar DIN EN 10130 (Anonim 2007) normuna uygun soğuk haddelenmiş düşük karbon çeliğidir. Metalin bileşimi % 0.07 (C), % 0.35 (Mn), % 0.015 (P), % 0.015 (S)' dir.

Korozyon testlerinde metal plakalar üzerlerinde var olabilecek kireç ve pas lekelerini temizlenmesi amacıyla bir süre % 15'lik HCl çözeltisinde bekletildi. Daha sonra metal plaka saf su ile temizlendi ve zımpara kağıdı ile metal plakanın parlak yüzeyi ortaya çıkartıldı. Aseton içerisinde belli bir süre bekletildikten sonra sabit tartıma getirilen metal plakalar test öncesi kütlesi tartıldı. Akabinde metal plakalar 24 saat süreyle oda sıcaklığında 100 mL 1.0 M HCl içerisinde bekletilerek korozyon testine tabi tutuldu. Sırasıyla saf su ve aseton ile muamele edilen metal plaka sabit tartıma geldikten sonra test sonrası tartıldı. Test öncesi ve sonrası tartımların farkı alınarak metal plakadaki kütle kaybı belirlendi (Öztürk, 2018).

Kritik Misel Konsantrasyonunun Belirlenmesi

Sentezlenen tri-katyonik yüzey aktif maddelerin kritik misel konsantrasyonu kondüktometrik yöntem kullanılarak belirlendi. Her bir yüzey aktif maddede spesifik iletkenliği ölçmek için, adım adım seyreltme-ekstraksiyon yöntemi takip edildi. KMK değerleri, yüzey aktif madde konsantrasyonuna karşı her iletkenlik eğrisindeki kırılma noktasından tespit edildi.

Yüzey Gerilimi

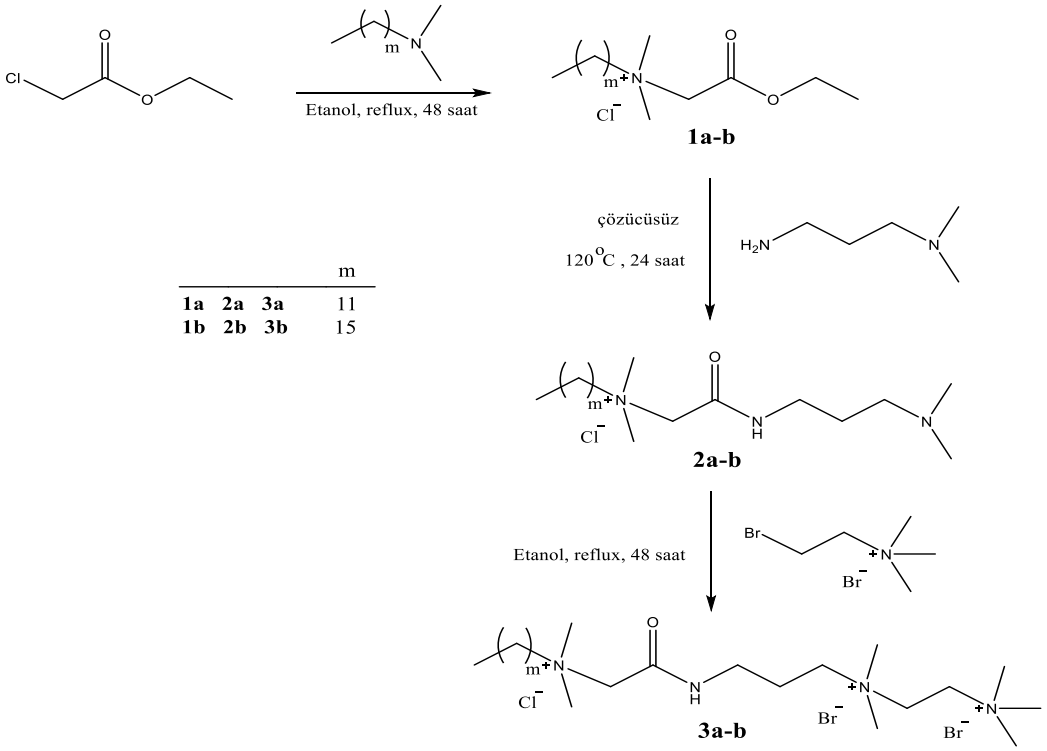
Tri-katyonik yüzey aktif maddelerin kritik misel konsantrasyonundaki sulu çözeltilerinin yüzey gerilimleri, kapiler yükselme yöntemi ile ölçülmüştür (Sugden, 1921 ve Martino ve ark. 2006). Ölçüm için kullanılan kapiler, Na-heparinize mikro hematokrit tüptür (NRIS, Soda Kireç camı, çap = 1.0 mm, uzunluk = 75 mm). İlgili değerler 25 °C'de ölçüldü.

Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ile Metal Yüzeyi Görüntüsü Alma

Metal yüzeyinin SEM görüntüsü, 0.1 cm kalınlığında, 2.0 cm genişliğinde ve 2.0 cm uzunluğunda kare şeklinde kesilen metal plakalarda alındı. Asidik ortamda gerçekleştirilen korozyon testlerinin ardından metal plakalar aseton ile yıkanıp vakum desikatöründe kurutulduktan sonra taramalı elektron mikroskobu cihazı (Carl Zeiss EVO 40) ile, yüksek vakum altında, metal yüzeylerin 1000 kat büyütülmüş ortamlarına ait SEM görüntüleri elde edildi.

BULGULAR ve TARTIŞMA

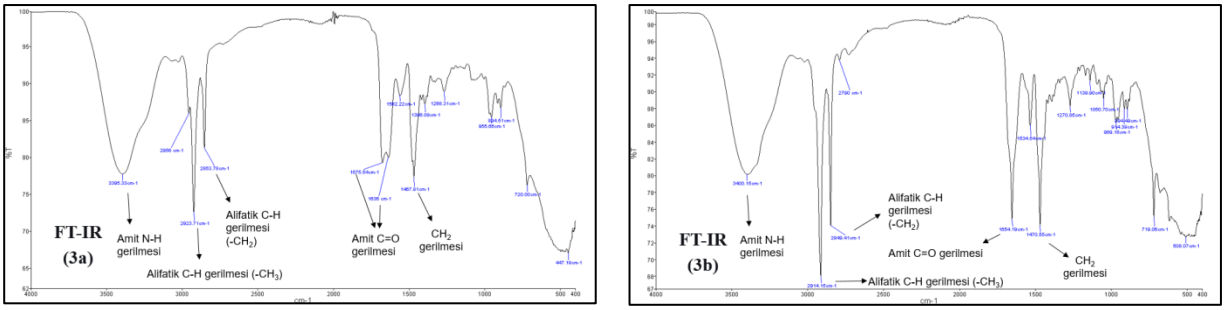
Sentezlenen trikatyonik yüzey aktif maddelere dair sentez şeması Şekil 1'de görülmektedir.



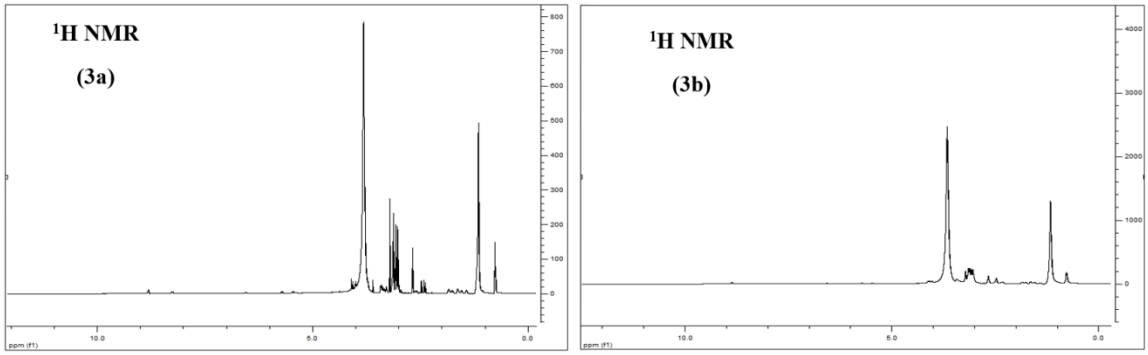
Şekil 1. Tri-katyonik yüzey aktif maddelerin sentez şeması

İlk reaksiyonda uzun zincirli tersiyer amin bileşiği ile etil-kloroasetattaki Cl atomu arasında bir yerdeğiştirme reaksiyonu sonucu kuarternizasyon gerçekleşmekte ve uzun zincirli pozitif yüklü azot atomu içeren ester bileşiği (**1a-b**) oluşmaktadır. Devamında, 3-(dimetilamino)-1-propilamin bileşiği sayesinde ester grubu amit grubuna (**2a-b**) dönüştürülmektedir. En son basamakta, (2-bromoetil)trimetil amonyum bromür bileşiğinin **2a-b** bileşikleri ile kuarternizasyonu sonucu son ürünler elde edilmekte ve yapıya 2 adet pozitif yüklü azot atomu daha kazandırılmaktadır (**3a-b**).

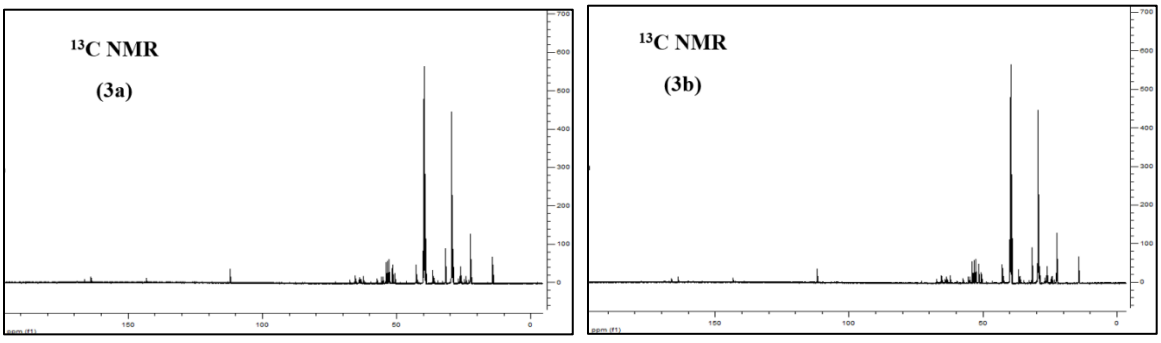
Sentezlenen **3a-b** yüzey aktif maddelerinin FT-IR, 1H NMR ve 13C NMR spektrumları sırasıyla Şekil 2, 3 ve 4'te görülmektedir.



Şekil 2. Tri-katyonik yüzey aktif maddelerin FT-IR spektrumları



Şekil 3. Tri-katyonik yüzey aktif maddelerin ^{1}H NMR spektrumları



Şekil 4. Tri-katyonik yüzey aktif maddelerin ^{13}C NMR spektrumları

Asidik Ortamdaki Korozyon Testi Sonuçları

1.0 M asidik korozif ortamda, metal yüzeyine tutturulmuş farklı konsantrasyonlardaki **3a** ve **3b** nolu tri-katyonik yüzey aktif maddelerin, 24 saat süreyle 1.0 M HCl asit çözeltisine daldırılması sonucu metal plakalardaki kütle kaybından hesaplanan inhibisyon etkinliği sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Oda sıcaklığında 24 saat süreyle 1.0 M HCl ortamında farklı yüzey aktif madde konsantrasyonları için hesaplanan korozyon inhibisyon etkinlikleri (% IE) *

Yüzey aktif madde	Korozyon inhibisyon etkinlikleri (% IE)			
	25 ppm	50 ppm	100 ppm	200 ppm
3a	92.82	94.27	95.11	94.96
3b	94.73	93.82	94.27	93.66

Tablo 2'de görüldüğü üzere, farklı inhibitör konsantrasyonlarında metaldeki kütle kayıpları belirlenerek herbir konsantrasyonda bileşiklerin yüzde inhibisyon etkinlikleri aşağıdaki eşitlik 1 ile hesaplanmıştır.

$$\% IE = \frac{Wo - W}{\mathrm{Wo}} x\ 100 \qquad (1)$$

Burada; % *IE* : yüzde inhibisyon etkinliği, *Wo*: inhibitör olmayan korozif çözeltideki metalin kütle kaybı, *W*: inhibitör içeren korozif çözeltideki metalin kütle kaybıdır. Tablo 2'deki değerlere bakıldığında, çalışılan inhibitör konsantrasyonlarda inhibisyon etkinliği sonuçlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bu sonuç ise sentezlenen tri-katyonik yüzey aktif maddelerin çalışılan inhibitör konsantrasyonlarında etkin birer korozyon inhibitörleri olduklarını göstermektedir.

İnhibitör olarak kullanılan yüzey aktif madde metale tutunduktan sonra, asidik ortamda korozyon olayına sebebiyet veren elektrokimyasal yarı reaksiyonların (anot: metaldeki demirin 2+ yükseltgenme basamağına yükseltgenmesi ve katot: HCl'den gelen H^+ iyonunun H_2'e indirgenmesi) her birine ya da ikisine de engel olarak metal yüzeyini korozyonun zararlı etkilerine karşı dayanıklı kılmaktadır. Bu elektrokimyasal reaksiyonların engellenmesi inhibitörün inhibisyon etkinliğinin yüksek çıkmasına ve metal yüzeyinin korozyona karşı korunmasına neden olmaktadır.

Tri-katyonik Yüzey Aktif Maddelerin Bazı Fizikokimyasal Parametreleri

Sentezlenen iki yüzey aktif maddeye ait kondüktometrik yöntemle belirlenen kritik misel konsantrasyonları (KMK), bu konsantrasyondaki yüzey gerilimleri ve misel oluşum serbest enerjilerinin sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Sentezlenen trikatyonik yüzey aktif maddelerin bazı fiziksel özellikleri.

Yüzey aktif madde	KMK (x 10^{-4} M)[a]	γ_{KMK} (dyn cm^{-1})[a,b]	π_{KMK} (dyn cm^{-1})	ΔG_{misel} (kj mol^{-1})
3a	13.48	22.55	49.45	- 16.37
3b	4.91	27.42	44.58	- 18.90

[a] 25 °C sıcaklıkta hesaplanmıştır.
[b] Yüzey aktif maddenin kritik misel konsantrasyonunda hesaplanmıştır.

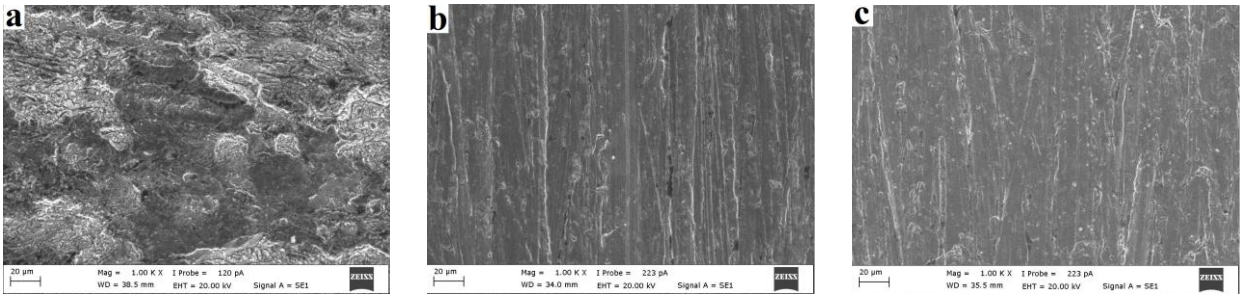
Yüzey aktif maddelerin KMK değerleri belirlenirken, iletkenlikteki artışla birlikte konsantrasyonlar da doğrusal bir artış göstermiştir. Konsantrasyon – iletkenlik doğrusal eğilim çizgisinde, eğimin değiştiği konsantrasyon, sentezlenen yüzey aktif maddeler için kritik misel konsantrasyonu olarak belirlenmiştir. İletkenlik ölçümleri 25 °C sıcaklıkta gerçekleştirilmiştir. Tespit edilen kritik misel konsantrasyonlara bakılacak olursa, uzun zincirinde 12 karbon atomu içeren **3a** bileşiğinin KMK değeri 13.48x10^{-4} M iken aynı değer uzun zincirinde 16 karbon atomu içeren **3b** bileşiği için 4.91x10^{-4} M dır. Bu sonuçlardan, sentezlenen tri-katyonik sürfaktanlar için misel oluşumunun düşük konsantrasyonlarda olduğu sonucuna varılabilir. Aynı zamanda, uzun zincirinde daha fazla karbon atomu içeren **3b** yüzey aktif maddesinin KMK değeri daha düşük çıkmıştır. Bu sonucun nedeni, maddedi zincir uzunluğu ile açıklanabilir. Yüzey aktif maddenin zincir uzunluğu artıkça hidrofobik karakteri de artar, buna bağlı olarak da genellikle KMK değeri azalmaktadır (Öztürk ve ark., 2020; Taleb ve ark., 2017).

Sentezlenen iki adet tri-katyonik yüzey aktif maddenin, kritik misel konsantrasyonlarında, kapiler yükselme yöntemi ile ölçülen, yüzey gerilimleri (γ_{KMK}) Tablo 3'te verilmiştir. Yüzey gerilimleri, kritik misel konsantrasyonundaki sulu tri-katyonik yüzey aktif madde çözeltilerinin yüzey aktivitesini değerlendirmek amacıyla saptanmıştır. Tablo 3'te görüldüğü üzere, **3b** bileşiğinin yüzey gerilimi **3a** bileşiğine nazaran daha yüksek çıkmıştır. Bu sonucu da, uzun zincirinde daha fazla karbon içeren yüzey aktif maddenin yoğunluğunun daha fazla olması ile açıklamak mümkündür.

Kritik misel konsantrasyonunun, misel oluşumu Gibbs serbest enerjisi (ΔG_{misel}) değeri ile bağımlılığı mevcuttur. Yüzey aktif maddenin kritik misel konsantrasyonu azaldıkça, maddenin misel oluşturma eğilimi artar (Aiad ve ark., 2014). Tablo 3'deki ΔG_{misel} değerleri bu sonucu doğrulamaktadır. Hidrofobik karakteri daha fazla, dolayısıyla KMK değeri daha az olan **3b** yüzey aktif maddenin serbest enerji değeri negatif yönde daha fazla bulunmuştur. Bu durumda ise, daha uzun zincirli **3b** bileşiğinin misel oluşturma eğiliminin daha fazla olduğunu söylemek mümkündür.

SEM

Yirmi dört saat süreyle, inhibitörlü ve inhibitörsüz asit çözeltisine daldırılan metal kupon yüzeylerinin, taramalı elektron mikroskobu cihazı ile çekilen 1000 kat büyütülmüş yüzey görüntüleri Şekil 5'te görülmektedir.



Şekil 5. 24 saat süreyle 1.0 M HCl çözeltisi içerisine daldırılmış metal kuponları için elde edilen 1000 kat büyütülmüş Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüleri. **a** inhibitörsüz 1,000x, **b** 100 ppm (**3a**) 1,000x, **c** 100 ppm (**3b**) 1,000x

Şekil 5–a'daki görüntüde, inhibitörsüz asit çözeltisine daldırılan metal yüzeyi görülmektedir. İnhibitörsüz asit ortamına maruz kalan metal yüzeyinin tümünde aşınma gözlenirken, yüzeyin girintili çıkıntılı ve pürüzlü bir hal aldığı görülmektedir. Bu da, metal yüzeyinde korozyon olayının gerçekleştiğini ve yüzeyde korozyon ürünlerinin oluştuğunu göstermektedir. Sekil 5–b ve Şekil 5–c 'de verilmiş olan yüzey görüntüleri ise sırasıyla **3a** ve **3b** nolu tri-katyonik yüzey aktif maddeleri içeren asit ortamında 24 saat bekletilmiş metal yüzeylerine aittir. İnhibitörlü asit ortamına maruz kalan metal yüzeylerinde herhangi bir aşınma ve pürüzlülüğün olmadığı ve daha düz bir görünüm aldığı görülmektedir. Metal yüzeylerinde görülen çizik izleri test öncesi yapılan zımparalama işleminden kaynaklanmaktadır. Tri-katyonik yüzey aktif maddeleri için elde edilen bu metal yüzeyi SEM görüntüleri, yüzey aktif maddelerin yüzeye adsorbe olarak metali korozyona karşı koruduğunu desteklemiştir.

SONUÇ

1) Üç adet pozitif azot atomu içeren farklı karbon zincirli 2 adet tri-katyonik yüzey aktif madde sentezlenmiş ve yapıları hem FT-IR hem de NMR spektroskopisi (1H NMR ve 13C NMR) ile aydınlatılmıştır.

2) Sentezlenen yüzey aktif maddelerin asidik ortamda gerçekleşen metal korozyonunu engelledikleri, iyi inhibisyon etkinliği sergilemelerinden, anlaşılmıştır (> % 92).

3) Her iki bileşiğin farklı konsantrasyonlarında gerçekleşen testlerde birbirine çok yakın korozyon inhibisyon etkinliği sonuçları elde edilmiştir.

4) İnhibitörlerin asidik ortamda metal yüzeyini korozyona karşı koruduğu, taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile metal yüzeyi görüntüleri alınarak, desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Aiad I, El-Sukkary MM, Soliman EA, El-Awady MY, Shaban SM 2014. Inhibition of mild steel corrosion in acidic medium by some cationic surfactants. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 20:3524–3535.

Anonymous. Cold rolled low carbon steel flat products for cold forming—technical delivery conditions, German version EN10130:2006, DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) Standard; 2007.

Bennet LH, Kruger J, Parker RL, Berman EB 1978. Economic effects of metallic corrosion in the United States, Part 1.NBS Special Publications, Government Printing Office, Washington, 511 pp.

Bereket G, Pinarbasi A 2008. Inhibition effect of some heterocyclic compounds on pure aluminium in 0.1 M hydrochloric acid solution. Corrosion, 16:17–22.

Çakır AF 1993a. Progress in the understanding and prevention of corrosion, The Priority of Corrosion and Protetion in the Turkish Economy Vol. 11, Costa, J. M., Mercer, A.D., ed. The Institute of Materials, pp. 671.

Çakır AF 1993-b. Türk ekonomisinde korozyon kaybının boyutları ve irdelemeler, VII. Uluslararası Metalurji ve Malzeme Kongresi Bildiriler Kitabı, 4-8 Mayıs, Ankara, 1347 pp.

Görenler A 2007. Al-Si matrisli kompozit malzemelerin korozyon davranışlarının incelenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Entüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Hegazy MA, Abd El Rehim SS, Badr EA, Kamel WM, Youssif AH 2015. Mono-, di- and tetra-cationic surfactants as carbon steel corrosion inhibitors. Journal of Surfactants and Detergents, 18:1033–1042.

Martino W, Fernandez de la Mora J, Yoshida Y, Saito G, Wilkes J 2006. Surface tension measurements of highly conducting ionic liquids. Green Chemistry, 8:390–7.

Öztürk S, Altınölçek N 2022. Synthesis of tri-cationic surfactants containing two amide functional groups and inhibition effectiveness against metal corrosion in acidic medium. Journal of Surfactants Detergents, 25:821–832.

Öztürk S 2022. Non-gemini dicationic surfactants with alkylthio group as corrosion inhibitor for mild steel in HCl solution. Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces, 58:845–855.

Öztürk S, Gerengi H, Solomon MM, Gece G, Yıldırım A, Yıldız M 2021. A newly synthesized ionic liquid as an effective corrosion inhibitor for carbon steel in HCl medium: A combined experimental and computational studies. Materials Today Communications, 29:102905.

Öztürk S, Okay S, Yıldırım A 2020. Synthesis, anticorrosion, antibacterial, and antifungal activity of new amphiphilic compounds possessing quinazolin-4(3H)-one scaffold. Russian Chemical Bullettin, 69:2205–14.

Öztürk S 2018. Düşük karbon çeliğinin asidik ortamdaki korozyonuna karşı inhibitör özelliği gösteren 4-okso-kinazolin türevi katyonik yüzey aktif maddelerin sentezi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22:986–1000.

Sugden S 1921. The determination of surface tension from the rise in capillary tubes. Journal of the Chemical Society, Transactions, 119:1483–92.

Taleb K, Mohamed-Benkada M, Benhamed N, Saidi-Besbes S, Grohens Y, Derdour A 2017. Benzene ring containing cationic gemini surfactants: synthesis, surface properties and antibacterial activity. Journal of Molecular Liquid, 241:81–90.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Dengesiz Veri Kümesinde Etkili Veri Ön İşleme Kullanılarak Yardım Masası Bilet Alanı Sınıflandırması

Buğra Kaan Türkmenoğlu[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3001-2005*), Oktay Yıldız[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9155-7426)*

[*1]Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
*e-mail: bkaan.turkmenoglu@gazi.edu.tr

Özet
Kullanıcılar ile müşteri hizmetleri temsilcileri arasındaki iletişimi sağlamak amacıyla yardım masası sistemi kullanılmaktadır. Biletlerin yanlış alana atanması, uzun çözüm süreleri ve manuel atamalar yardım masası sisteminin etkin kullanımını engellemektedir. Bu problemlere çözüm üretmek amacıyla biletleri üst ile alt alanlara sınıflandıracak modellerin tasarlanması amaçlanmıştır. Hiyerarşik bir yaklaşım kullanılarak çok sınıflı bilet alanı sınıflandırma zorluğunun üstesinden gelinmiştir. Kurumsal bir şirketin yardım masası sisteminden üst ve alt alan sınıfları ile bilet açıklamasını içeren 3 adet veri kümesi toplanmıştır. Yardım masası bilet açıklamalarına özel olarak seçilen veri ön işleme adımları, yeniden örnekleme ve boyut küçültme sayesinde, dengesiz bir veri kümesinde geleneksel makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak çok sınıflı bilet alanı sınıflandırma probleminin zorluğu aşılmıştır. SVM yöntemi kullanılarak %94,4 doğrulukla biletlerin üst alana sınıflandırılması, %88,22 ile %98,92 arasında doğrulukla biletlerin alt alana sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Makine öğrenmesi, doğal dil işleme, yeniden örnekleme, yardım masası, bilet alan sınıflandırması

Help Desk Ticket Field Classification Using Efficient Data Preprocessing on Unbalanced Dataset

Abstract
Help desk system is used to ensure communication between users and customer service representatives. Assigning tickets to the wrong field, long resolution times and manual assignments prevent the effective use of the help desk system. In order to find solutions to these problems, it is aimed to design models that will classify tickets into upper and lower fields. By using a hierarchical approach, the challenge of multi-class ticket field classification has been overcome. Three datasets including upper and lower field classes and ticket description were collected from the help desk system of a corporate company. Thanks to the data preprocessing steps, resampling and dimension reduction specially selected for the help desk ticket descriptions, the difficulty of multi-class ticket field classification problem has been overcome by using traditional machine learning algorithms on an unbalanced dataset. By using the SVM method, the classification of the tickets into the upper field with an accuracy of 94.4% and the classification of the tickets into the lower field with an accuracy between 88.22% and 98.92% were carried out.

Keywords: Machine learning, Natural language processing, resampling, help desk, ticket field classification

GİRİŞ

Kullanıcılar istek ve sorunları yardım masası sistemi aracılığıyla müşteri hizmetleri temsilcilerine bildirir. Bilet alanı belirleme süreci bir darboğazdır (Schad, Sambasivan, & Woodward, 2022). Bilet dağıtımında kullanılan havuz personeli iş gücü kaybına neden olur. Bilet alanının manuel belirlenmesi yanlış atamalara, atamaların tekrarlamasına ve uzun bilet çözüm süresine neden olur. Bilet alanının yanlış sınıflandırılması işletmenin normal işleyişinin etkilemesine yol açar (Paramesh & Shreedhara, 2019). Bilet alanının yanlış atanması ile birlikte olumsuz mali sonuçlar meydana gelebilir (Agarwal, Sindhgatta, & Sengupta, 2012).

Şirketler kaliteli müşteri hizmeti sunmak için akıllı bir yardım masası sistemine ihtiyaç duyar (Wang D. , Li, Zhu, & Gong, 2011). Son yıllarda yardım masası bilet alan sınıflandırması ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Al-

Hawari ve Barham (2021) Alman Ürdün Üniversitesi için biletleri doğru hizmete sınıflandıracak bir yardım masası sistemi tanıtmıştır. Paramesh ve Shreedhara (2019) doğal dil işleme yöntemlerini kullanarak otomatik bir bilet sınıflandırma sistemi geliştirmiştir. Agarwal, Sindhgatta ve Sengupta (2012) International Business Machines (IBM)'in bilet sınıflandırma sürecini otomatikleştirecek SmartDispatch'i sunmuştur. Paramesh ve Shreedhara (2019) bir kuruluşun BT altyapı bilet verilerini kullanarak bilet sınıflandırması gerçekleştirilmiştir. Pereira, Ribeiro ve Silva (2018) biletlerin otomatik olarak sınıflandırılması için bir modül önermiştir. Altıntaş ve Tantuğ (2014) sorun takip sisteminde yeni bir eklenti aracılığıyla otomatik bilet atamasını gerçekleştirmiştir. Paramesh ve Shreedhara (2018) torbalama, güçlendirme ve oylama yöntemleriyle yardım masası bilet sınıflandırıcı sisteminin doğruluğunu iyileştirmeyi amaçlamıştır.

Bu araştırma çalışmasının amacı yardım masası biletlerini üst ile alt alanlara sınıflandıracak modeller elde etmektir. Bu araştırma çalışmasının hedefleri şu şekilde özetlenebilir:

- Makine öğrenmesi yöntemlerini kullanarak biletleri üst ile alt alanlara sınıflandırmak
- Birçok bilet alanı içeren yardım masası sisteminde çok sınıflı bilet alanı sınıflandırma probleminin zorluğunu hiyerarşik bir yaklaşım aracılığıyla aşmak
- Yardım masası bilet açıklamalarına özel olarak seçilen veri ön işleme adımları, yeniden örnekleme ve boyut küçültme sayesinde, dengesiz bir veri kümesinde geleneksel makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak çok sınıflı bilet alanı sınıflandırma probleminin zorluğu aşmak

TEORİK ALTYAPI

Biletleri üst ile alt alanlara sınıflandırmak için veri ön işleme, vektörleştirme, boyut azaltma, yeniden örnekleme ve makine öğrenmesi yöntemleri uygulanmıştır.

Veri Ön İşlemleri

Veri ön işleme, metin sınıflandırma performansını artırmaktadır. Deneysel çalışmalar veri ön işlemenin sınıflandırma doğruluğunu yükselttiğini göstermiştir (Uysal & Gunal, 2014). Bilet açıklaması doğal dil, HTML ve URL ifadeleri ve noktalama işaretleri içerebilir. Dolayısıyla, bilet açıklamalarını makine öğrenmesi modelleri ile vektörleştirme yöntemlerinin işlemesi için veri ön işleme adımları uygulanır.

TF-IDF

TF-IDF yöntemi kullanılarak belgedeki kelimelerin önemi hesaplanır. Denklem (1) ile hesaplanan TF-IDF değeri, terim frekansının ters belge frekansı ile çarpılmasıyla elde edilir. Bir terimin bir doküman içerisindeki bulunma olasılığının $tf(i,j)$, toplam doküman sayısının (N) terimin geçtiği doküman sayısına $df(i)$ bölümünün logaritmik değeri ile çarpımı sonucu elde edilir.

$$w(i,j) = tf(i,j) * \log\left(\frac{N}{df(i)}\right) \quad (1)$$

Temel Bileşen Analizi

Temel Bileşen Analizi (TBA) bir veriyi sahip olduğu bilginin çoğunu içeren daha düşük boyutlu temsile dönüştürür (Wang Y. , et al., 2022). Denklem (2) ile gösterilen kovaryans iki değişken arasındaki ilişkiyi temsil eder. Denklem (2)'de görülen X', X değişkenlerinin ortalamasını temsil eder. Y', Y değişkenlerinin ortalamasını temsil eder. N ise veri sayısıdır. Denklem (3) ile kovaryans matrisi hesaplanır.

$$\text{Kovaryans} = \frac{\sum_{i=1}^{N} (Xi - X')(Yi - Y')}{N - 1} \quad (2)$$

$$\text{Kovaryans Matris} = \begin{bmatrix} \text{Var}(x) & \text{Kov}(x,y) & \text{Kov}(x,z) \\ \text{Kov}(x,y) & \text{Var}(y) & \text{Kov}(y,z) \\ \text{Kov}(x,z) & \text{Kov}(y,z) & \text{Var}(z) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Denklem (4)'deki A, λ, ve I sırasıyla kovaryans matrisi, özdeğeri ve birim matrisi temsil eder. Denklem (5) ile özvektörler hesaplanır. Denklem (5)'deki v, özvektörü temsil eder. Veri boyutu, Denklem (6) ile k boyutuna indirgenir. Denklem (6)'da görülen X^i, veri kümesindeki örneği temsil eder. Vi^T, i'inci özvektörün devriğini temsil eder.

$$\det(A, \lambda I) = 0 \quad (4)$$

$$Av = \lambda v \quad (5)$$

$$\text{Xyeni}^i = \begin{bmatrix} V1^T X^i \\ V2^T X^i \\ \dots \\ VN^T X^i \end{bmatrix} \quad (6)$$

Yeniden Örnekleme

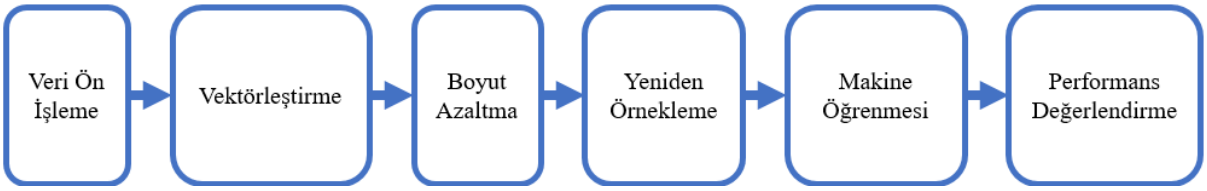
Dengeli bir veri kümesi ile eğitilen modelin sınıflandırması güvenilirdir. Ancak, veri kümesi dengesiz ise dengesiz sınıflandırma oluşur (Sasada, Liu, Baba, Hatano, & Kimura, 2020). Veri kümesini dengeli hale getirmek için Yeniden Örnekleme uygulanır. Yeniden örnekleme yöntemi olan Rastgele Aşırı Örnekleme, azınlık sınıf örneklerinin rastgele bir şekilde çoğaltılması ile veri kümesini dengeli hale getirir.

Makine Öğrenmesi

Makine öğrenmesi algoritmaları metin sınıflandırması üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. SVM ve K-En Yakın Komşu (K-Nearest Neighbors - K-NN), en sık uygulana yöntemlerdendir. SVM yöntemi sınıfların benzerliklerini destek vektörleri olarak kullanarak iki sınıfı ayıran hiperdüzlemi bulmaktadır. SVM, yüksek boyutlu veri kümesinde yüksek genelleme performansa sahiptir (Otchere, Ganat, Gholami, & Ridha, 2021). K-NN yöntemi iyi bir doğruluk ve duyarlılık oranına sahip olduğu için metin sınıflandırma görevinde sıklıkla uygulanmaktadır (Chen, Zhou, Li, Zhang, & Huo, 2020). K-NN yönteminde K değeri belirlendikten sonra sınıflandırılacak veriye en yakın k komşu belirlenir. En yakın k komşu arasında yüksek sayıya sahip sınıf, sınıflandırılacak verinin sınıfı olur.

DENEYSEL ÇALIŞMA

Hiyerarşik bir yaklaşım uygulanarak biletin üst ve alt alana sınıflandırılması gerçekleştirilmiştir. Bu yaklaşımda ilk olarak bilet üst alanı belirlenir daha sonra üst alanın içerdiği alt alan belirlenir. Şekil 1'de bilet sınıflandırma sürecinde sırasıyla uygulanan yöntemler gösterilmiştir. Bu yöntemler, veri ön işleme, vektörleştirme, yeniden örnekleme, makine öğrenmesi ve performans değerlendirmedir.



Şekil 1. Bilet sınıflandırma sürecinde uygulanan yöntemler

Veri Kümesi

Makine öğrenmesi modellerinin eğitimi için kurumsal bir şirketin yardım masası sisteminden bilet üst ve alt alanı sınıfları ile Türkçe bilet açıklamasını sahip 3 adet veri kümesi toplanmıştır. Sınıf doğrulu için kapalı biletler veri kümesine dâhil edilmiştir. Bilet üst alanı veri kümesi, 24282 bilet ve 25 bilet üst alanından oluşur. Bilet alt alanı veri kümesi 1, 2898 bilet, 3 bilet üst alanı ve 42 bilet alt alanından oluşur. Bilet alt alanı veri kümesi 2, 17507 bilet, 22 bilet üst alanı ve 224 bilet alt alanına sahiptir.

Veri Ön İşlemleri

Veri ön işleme kapsamında HTML ve URL ifadeleri kaldırılmış, cümleler kelimelerine ayrılmış, noktalama işaretleri kaldırılmış, alfabetik olmayan karakterler içeren kelimeler kaldırılmış, tek karakterden oluşan kelimeler kaldırılmış, kelimeler köklerine indirgenmiş ve etkisiz kelimeler kaldırılmıştır. Daha sonra belge temsilleri elde edilmiştir. Veri kümelerine PCA yöntemi uygulanarak öznitelik sayısı minimum örnek sayısından başlayarak doğruluk oranındaki artış minimum düzeye inene kadar artırılmıştır. Özellik sayısı bilet üst alanı için 2000, bilet alt alanları için 50 ile 1000 arasında değerler belirlenmiştir. Rastgele Aşırı Örnekleme yöntemi uygulanarak bilet üst ve alt alanlarının sahip olduğu dengesiz dağılım giderilmiştir.

Bilet Alan Sınıflandırması

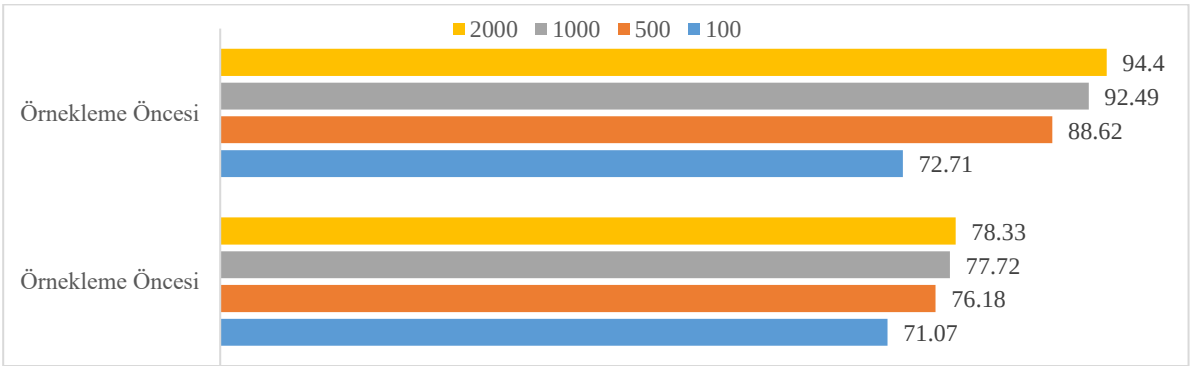
Biletleri üst ile alt alanlara sınıflandırmak için belge temsilleri kullanılarak SVM modelleri eğitilmiştir. Eğitim sonrası bir adet bilet üst alan sınıflandırma modeli ile bilet üst alan sayısı kadar bilet alt alan sınıflandırma modeli elde edilmiştir.

DENEYSEL SONUÇLAR

Çapraz doğrulama yöntemi kullanılarak bilet sınıflandırma modellerin doğruluk oranı hesaplanmıştır. Çapraz doğrulama yöntemi k parametresi, deneysel olarak 10 değeri belirlenmiştir.

Bilet Üst Alan Sınıflandırması Sonuçları

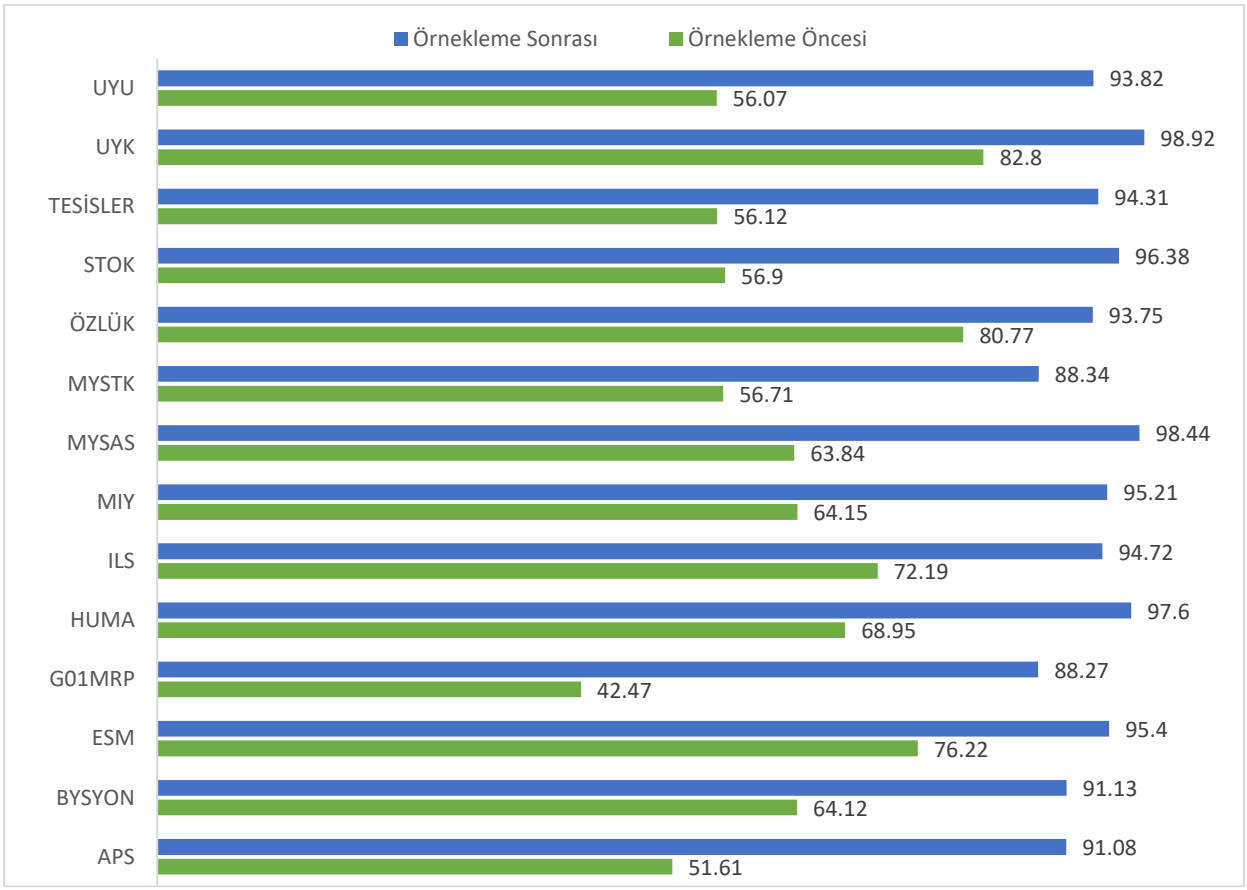
SVM modelinin örnekleme öncesine ve sonrasına ait farklı sayıda özellik için bilet üst alan sınıflandırma doğruluk oranları Şekil 2'de gösterilmiştir. Özellik sayısının artması modelin doğruluk oranını yükseltmiştir. Biletlerin üst alana sınıflandırılması %94,40 doğruluk oranı ile gerçekleştirilmiştir. Özellik sayısının artması model eğitim süresini uzatmıştır. Rastgele Aşırı Örnekleme yönteminin uygulanması modelin eğitim süresini 2 saat 19 dakika 9 saniyeden 25 saat 2 dakika 33 saniyeye çıkarırken doğruluk oranını %78,33'den %94,40'a yükseltmiştir.



Şekil 2. Bilet üst alan sınıflandırmasında SVM yönteminin doğruluk (%) oranı

Bilet Alt Alan Sınıflandırması Sonuçları

Bilet alt alan sınıflandırma modellerinin doğruluk oranları Şekil 3'de gösterilmiştir. Bilet alt alan sınıflandırmasına ait en yüksek doğruluk oranı %98,92 ile 10 bilet alt alanına sahip UYK bilet üst alanı için elde edilirken en düşük doğruluk oranı 14 bilet alt alanına sahip G01MRP bilet üst alanı için %88,27 ile elde edilmiştir. Rastgele Aşırı Örneklemenin uygulanmasının doğruluk oranındaki sağladığı en büyük artış 14 sisteme sahip G01MRP bilet üst alanında %45,80 ile gerçekleşmiştir. Doğruluk oranı %42,47'den %88,27'ye yükselmiştir. En küçük artış ise %16,12 ile 10 sisteme sahip UYK bilet üst alanında gerçekleşmiştir. Doğruluk oranı %82,80'den %98,92'ye yükselmiştir.



Şekil 3. Bilet alt alan sınıflandırmasında SVM yönteminin doğruluk (%) oranları

TARTIŞMA

Literatürde elde edilen yüksek sınıflandırma (Altıntaş & Tantuğ, 2014) performansı dikkate alınarak bilet sınıflandırma için bu çalışmada hiyerarşik bir yaklaşım uygulanmıştır. Böylece, hiyerarşik yaklaşım kullanılarak çok sayıda bilet alanına sahip yardım masası sisteminde çok sınıflı bilet sınıflandırma zorluğunun üstesinden gelinmiştir. Bu çalışmada literatürdeki diğer çalışmalara kıyasla biletlerin üst ve alt alanlara sınıflandırılması daha başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir (Al-Hawari & Barham, 2021; Paramesh & Shreedhara, 2019; Pereira, Ribeiro, & Silva, 2018; Altıntaş & Tantuğ, 2014; Paramesh & Shreedhara, 2018; Miliano, Steven, Kosim, Jayadi, & Mauritsius, 2020). Vektör boyutunun azaltılmasının eğitim süresini kısalttığı ancak sayısının belirli bir seviyenin altına inmesiyle başarı oranının olumsuz etkilendiği görülmüştür. Dolayısıyla, başarı oranı ve eğitim süresi açısından öznitelik sayısı deneysel olarak belirlenmelidir.

SONUÇ

Kullanıcılar yardım masası sistemi aracılığıyla sorun ve isteklerini bildirirler. Bilet alanının yanlış seçilmesi, uzun bilet çözüm süreleri ve bilet dağıtımında personel görevlendirilmesi yardım masasının etkin kullanımını engellemektedir. Bu çalışmada biletleri üst ile alt alanlara sınıflandıracak modellerin tasarlanması amaçlanmıştır. Biletlerin üst ile alt alanlara sınıflandırılması için hiyerarşik yaklaşım tercih edilmiştir. Hiyerarşik yaklaşım ilk olarak bilet üst alanını belirlemeye ve ardından belirlenen üst alanın kapsadığı alt alanın belirlenmesine dayanır. Dengesiz veri kümesinde çok sınıflı bilet sınıflandırma görevini gerçekleştirmek için bilet açıklamaları için özel olarak seçilen veri ön işleme adımları uygulanmıştır. SVM yöntemi kullanılarak bilet üst alan sınıflandırması için %94,4 doğruluk oranı elde edilmiştir. SVM yöntemi kullanılarak bilet alt alan sınıflandırmasında %98,92 ile en yüksek doğruluk oranı ve %88,27 ile en düşük doğruluk oranı elde edilmiştir. Rastgele Aşırı Örneklemenin kullanılmasıyla bilet üst alanını sınıflandıran modelin eğitim süresi 2 saat 19 dakika 9 saniyeden 25 saat 2 dakika 33 saniyeye çıkarken doğruluk oranı %78,33'den %94,40'a yükselmiştir. Rastgele Aşırı Örnekleme yönteminin bilet alt alan sınıflandırması için doğruluk oranında sağladığı en yüksek artış %42,47'den %88,27'ye %45,80, en küçük artış ise %82,80'den %98,92'ye %16,12 olmuştur. Sonuçlar, yardım masası sisteminde bilet alanı sınıflandırmanın otomatikleştirilebildiğini, taleplerin hızlıca temsilcilere ulaşabileceğini göstermiştir.

KAYNAKÇA

Agarwal, S., Sindhgatta, R., & Sengupta, B. (2012). SmartDispatch: enabling efficient ticket dispatch in an IT service environment. *Proceedings of the 18th ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining* (pp. 1393-1401). Association for Computing Machinery. doi:https://doi.org/10.1145/2339530.2339744

Al-Hawari, F., & Barham, H. (2021). A machine learning based help desk system for IT service management. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, 33*(6), 702-718. doi:https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2019.04.001.

Altıntaş, M., & Tantuğ, A. C. (2014). Machine learning based ticket classification in issue tracking systems. *Proceedings of the 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Computer Science (AICS), 2.*

Chen, Z., Zhou, L. J., Li, X. D., Zhang, J. N., & Huo, W. J. (2020). The Lao text classification method based on KNN. *Procedia Computer Science, 166*, 523-528. doi:https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.053

Miliano, A., Steven, I., Kosim, P. K., Jayadi, R., & Mauritsius, T. (2020). Machine Learning-based Automated Problem Categorization in a Helpdesk Ticketing Application. *Proceedings of the 2020 8th International Conference on Orange Technology (ICOT)* (pp. 1-6). IEEE. doi:https://doi.org/10.1109/ICOT51877.2020.9468789

Otchere, D. A., Ganat, T. A., Gholami, R., & Ridha, S. (2021). Application of supervised machine learning paradigms in the prediction of petroleum reservoir properties: Comparative analysis of ANN and SVM models. *Journal of Petroleum Science and Engineering, 200*. doi:https://doi.org/10.1016/j.petrol.2020.108182

Paramesh, S. P., & Shreedhara, K. S. (2018). Classifying the unstructured IT service desk tickets using ensemble of classifiers. *Proceedings of the 2018 3rd International Conference on Computational Systems and Information Technology for Sustainable Solutions (CSITSS)*, (pp. 221-227). doi:https://doi.org/10.1109/CSITSS.2018.8768734

Paramesh, S. P., & Shreedhara, K. S. (2019). Building intelligent service desk systems using AI. *International Journal of Science, Technology, Engineering and Management - A VTU Publication, 1*(2), 1-8.

Paramesh, S. P., & Shreedhara, K. S. (2019). IT help desk incident classification using classifier ensembles. *Journal on Soft Computing (ICTACT), 9*(4), 1980-1987. doi:https://doi.org/10.21917/ijsc.2019.0276

Pereira, R., Ribeiro, R., & Silva, S. (2018). Machine learning in incident categorization automation. *Proceedings of the 2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1-6). IEEE. doi:https://doi.org/10.23919/CISTI.2018.8399244.

Sasada, T., Liu, Z., Baba, T., Hatano, K., & Kimura, Y. (2020). A Resampling method for imbalanced datasets considering noise and overlap. *Procedia Computer Science, 176*, 420-429. doi:https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.08.043

Schad, J., Sambasivan, R., & Woodward, C. (2022). Predicting help desk ticket reassignments with graph convolutional. *Machine Learning with Applications, 7*. doi:https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2021.100237

Uysal, A. K., & Gunal, S. (2014). The impact of preprocessing on text classification. *Information Processing and Management, 50*, 104-112. doi:https://doi.org/10.1016/j.ipm.2013.08.006

Wang, D., Li, T., Zhu, S., & Gong, Y. (2011). iHelp: An Intelligent Online Helpdesk System. *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics. Part B, Cybernetics: a publication of the IEEE Systems, Man, and Cybernetics Society, 41*(1). doi:https://doi.org/10.1109/TSMCB.2010.2049352

Wang, Y., Li, J., Pei, Y., Ma, Z., Jia, Y., & Wei, Y.-C. (2022). An adaptive high-voltage direct current detection algorithm using cognitive wavelet transform. *Information Processing & Management, 59*(2). doi:https://doi.org/10.1016/j.ipm.2022.102867

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Microstrip antenna operating at 26 GHz frequency for use in 5G applications

Mustafa Mutlu[1*] (0000-0001-6756-0668), Mustafa Kara[2] (0000 0002 3793 6828)

[*1,2] Ordu Üniversitesi, Elektronik Otomasyon bölümü, Ordu Türkiye

* mustafamutlu@odu.edu.tr

Abstract

Nowadays, developments in the field of wireless communication have accelerated even more. The emergence of 5G, one of the latest products of studies on systems that can make this communication faster instead of old systems, continues to excite users. Especially the opportunities offered by 5G in the field of virtual reality have made this system more attractive. In this study, an internally fed microstrip antenna with FR-4 (Ɛr: 4,3; h:1,6 mm, loss tangent 0,021) infrastructure operating at 24-28 GHz, which is one of the working bands determined by international authorities for 5G, was designed. From the simulation results, the working band being 24-28 GHz allows the antenna to work in both 26 and 28 GHz commercial channels of 5G in both Europe and China. In addition, the antenna's high gain and good directionality (7,26 dBi) make it superior to antennas designed in this field.

Keywords: 5G, Microstrip antenna, Virtual Reality, CST

GİRİŞ

Tüm Dünya'da teknolojinin hızlı gelişimi birçok alanda yeni sistemlerin oluşumuna ön ayak olmuştur. Özellikle kablosuz iletişimdeki ar-ge çalışmalarının sonucunda geliştirilen sistem, daha önce kullanılan sistemlerin yetersiz kaldığını ortaya koymuştur. Telsiz iletişimde en büyük pay GSM kaynaklarınındır. Cep telefonlarıyla insanlar bulundukları yerden neredeyse tüm işlerini yapabildikleri bir durumda, sistemlerin sundukları olanaklar ve en önemlisi bu sunulan hizmetlerin ne kadar hızlı sunulduğu gerçeği, kablosuz iletişimde kullanılan 4 G, 4,5 G'nin yerine bu sistemlerin sunduğu tüm hizmetleri çok daha kısa sürede yerine getiren 5 G ortaya çıkmıştır. Bu sistem sadece hız olarak değil, özellikle son yıllarda önemli bir araştırma alanı olan insansız araçlar, akıllı binalar ve bunlara ek olarak bunlardan çok daha önemli bir konu olan sanal gerçeklikle (Virtual Reality, VR) uzaktan yapılabilen birçok uygulama alanıyla, bu sistem daha da önemli hale gelmektedir. Örneğin uzakta yatan bir hastaya kilometrelerce uzaktan yapılabilen ameliyat gibi uygulamalar bu sistemin üstünlüğünü ortaya koymaktadır. Yine bir baz istasyonunun görüştürebildiği telefon sayısının sınırlı olması yüzünden, baz istasyonunun gücünü düşürerek kapsam alanının küçültülmesi, baz istasyon sayısının artırılmasıyla nüfusun büyümesiyle artan telefon görüşme talebinin karşılanması bu sistemle kolayca yapılabilmektedir. Ayrıca 5 G baz istasyonu vericilerinde kullanılacak uyarlanabilir (adaptive) antenlerle ışın demetinin (beamforming) ayarlanabilmesi, verici antenin görebildiği tüm kapsam alanına değil, sadece talep isteği gelen alıcıya doğru çok bir dar alana elektromanyetik alanı göndermekle verici gücü daha verimli kullanılacaktır.

Mikroşerit antenler 1990'dan sonra bir çok alanda kullanılmak kaydıyla anten yapımında kullanılmıştır. Mikroşerit antenlerinin boyut olarak küçük, ancak kazanç ve yönlülüğünün ayarlanabilir olması tercih sebeplerindendir. Özellikle diğer antenlerin yapamadığı birden çok frekans (veya bant)'ta çalışması diğer antenlere göre en önemli avantajıdır.

Aşağıda 5G alanında tasarlanmış mikroşerit antenlerle ilgili bazı çalışmalar verilmiştir:

Bu çalışmada 5G sisteminin en önemli çalışma frekanslarından biri olan 28 GHz'de 2x2 dizi şeklinde çok giriş/ çok çıkış (Multiple-Input and Multiple-Output, MIMO)'la çalışan anteninin tasarımı, üretimi ve ölçümü yapılmıştır (Onurlu, 2021). Elektromanyetik radyasyonu kontrol etme yeteneğine sahip metamalzemeler kullanarak 5G kablosuz iletişim için MIMO anten tasarlanmıştır. Anten 2,61 GHz ve 7,1 GHz frekansında çalışmakta ve sırasıyla bu frekanslarda 300 MHz ve 490 MHz'lik band genişliğine sahiptir (Singh ve Raman, 2018). Dielektrik katsayısı 2,2 ve kalınlığı 1,57 mm olan Rogers RT Duroid 5880 yalıtkan malzemeden oluşan altlık kullanılarak, geri dönüşüm kaybı -22,51 dB, kazancı 3,6 dBi, band genişliği 5,57 GHz ve 28 GHz'de çalışan

mikroşerit anten tasarlanmıştır (Przesmycki ve ark., 2021). Dielektrik sabiti 2,2 yüksekliği 0,5 olan RT Duroid 5880 alt malzeme kullanılarak, 28 GHz de çalışan 2, 4 ve 8 elemanlı dizi anten tasarlanarak, dizi sayısının artışıyla antenin karakteristik değerlerinin nasıl değiştiği test edilmiştir. Örneğin sekiz elemanlı antenin kazanç ve yönlülüğü tek elemanlı antene göre % 95,15 oranında artış, bant genişliğin de % 148,54 oranında artış ve antenin hüzmesin de de % 52,06 oranında bir daralma görülmüştür (Mohamed, 2021). 5G için anahtarlar aracılığıyla frekansın yeniden yapılandırılabilirliğinin bir uygulaması olarak 60 GHz frekansında çalışabilecek antenlerin kritiği yapılmıştır (Shereen ve ark., 2022). Dielektrik sabiti 2,2, kayıp tanjantı 0,0009, kalınlığı 0,5 mm olan bir Roger RT Duroid 5880 alt tabaka kullanılarak 28 GHz'de çalışan içten beslemeli mikroşerit anten tasarlanmıştır. Antenin geri dönüş kaybı -13,48 dB, bant genişliği 847 MHz, kazancı 6,63 dB ve verimi % 70.18 dir (Darboe ve ark., 2019). 28 GHz'de çalışabilecek antenlerin değişik açılardan kıyası yapılmış ve bu frekansta tasarımı yapılmıştır (Mohammed ve ark., 2019). 0,244 mm kalınlığında FR-4 altlık malzeme kullanılarak 28 GHz'de çalışan mikroşerit anten tasarlanmıştır. Antenin kazancı 7,587 dB, yönlülüğü 7,509 dBi, verimi % 98,97 ve band genişliği 1,046 GHz dir (Bhattacharyya ve Puri, 2022). 5G uygulamalarında kullanılmak üzere 18 mm × 28 mm × 0,514 mm ebatlarında olan yama üzerinde kıvrımlı bir yapı oluşturarak bant genişliğinin kontrol edilebildiği görülmüştür. Antenin (26,93-31,89 GHz) frekansları arasında çalıştığı, geri dönüş kaybının %16,84'e ulaştığı, bu değerin literatürdeki antenlerin %15,7'sinden daha büyük, kazancı ise benzer literatürdeki anten kazancı olan 8,38 dBi'den daha yüksek olan 9,21dBi olduğu görülmektedir (Li, 2019). Alt yapısı FR-4 ve yamasının ebatları, 6mmx8mmx1,6mm olan mikroşerit anten tasarlanmıştır. Antenin çalışma frekanslarından biri olan 28,9 GHz'de geri dönüş kaybı -21dB, bant genişliği 900 MHz, kazancı 7,47 dB ve 38 GHz'de ise geri dönüş kaybı-28 dB, bant genişliği 1,47 GHz ve kazanç 7,89 dB'dir (Balaji ve ark., 2020). 5G, UMTS, WiFi, WiMax ve C-bandı uygulamalarında kullanılabilecek, dört köşeli yıldız şeklinde yaması olan bir mikroşerit yama anten tasarlanmıştır. Anten 2,20 GHz-2,80 GHz arasında çalışmakta (band genişliği 0,6 GHz), rezonans frekansı 2,50 GHz ve kazancı 1,04 dBi dir (Erbaş, 2021). Bu makalede, toprak düzlemi ve rezonatör kısmı boşluk içeren dairesel bir yama yapısına dayanan yüksek kazançlı, geniş bantlı bir milimetre dalga anten geliştirilmiştir. Tasarlanan anten, yaygın olarak kullanılan bir tam dalgalı elektromanyetik çözücü ile analiz edilmiştir. Anten 21,6–28,8 GHz frekans aralığında çalışmakta olup kazancı 9,44 dBi dir (Özpınar ve Akşimşek, 2020). Dielektrik katsayısı 2,2 ve kayıp faktörü 0,0009 olan bir Rogers RT 5880 alt yapı kullanılarak 37 GHz'de çalışan mikroşerit anten tasarlanmıştır. Antenin geri dönüş kaybı -0,0812 dB, kazancı -1,205 dB ve bant genişliği %v16,22 dir (Anandkumar ve ark., 2022). Bağıl geçirgenliği 3 olan RO3003 alt yapısından oluşan mikroşerit anten tasarlanmıştır. Antenin geri dönüş kaybı -24,3 dB, kazancı 5,51 dB, bant genişliği 2,5 GHz ve çalışma frekansı 28 GHz dir (Ngoc, 2020). Dielektrik sabiti 4,4 kalınlığı 0,244 mm olan FR-4 alt tabaka malzemesi kullanılarak 28 GHz'de çalışan anten tasarlanmıştır. Antenin kazancı 7,587 dBi, yönlülüğü 7,509 dBi, verimi %98 ve band genişliği 1,046 GHz dir (Gemeda ve ark., 2021). H şeklinde bir yamadan oluşan 22,5-24,3 GHz frekansları arasında çalışan 24 GHz'lik rezonans frekansına sahip mikroşerit anten tasarlanmıştır. Antenin yansıma katsayısı -37,72 dB ve kazancı 1,4 dB dir (Uluslu, 2021). FR-4, Rogers R054350B ve Arlon AD255C gibi üç farklı alt yapı kullanarak 60 GHz'de çalışan anten tasarlanmıştır. Bu antenlerden Rogers RO4350B den yapılan antenin daha yüksek yönlülüğe sahip olduğu görülmüştür (Tütüncü, 2020). 3,5 GHz frekansında çalışan 1×8 dizi anten tasarlanmıştır. Antenin geri dönüş kaybı -10dB ve kazancı 6,938 dB'dir (Al-Gburi ve ark., 2022). Yamasının boyutları 5mm×4mm×0,64mm olan ve 38 GHz'de çalışan anten tasarlanmıştır. Antenin geri dönüş kaybı -31 dB ve bant genişliği 4 GHz dir (Jajere, 2017). Yamasının uzunluğu 4 mm, genişliği 5 mm olan u şekilli ve 26,76 GHz'de çalışan kazancı 5,99 dBi olan anten tasarlanmıştır (Khan ve ark., 2022). Bu çalışmada 5G uygulamalarında kullanılmak üzere dielektrik malzemesi PF-4 (Ɛr:1,06, tanδ:0,0001, h:2mm), toprak ve yama kısmı yapışkan bakır banttan oluşan, toplam 42,453 GHz bant genişliğinde çalışan yüksek kazançlı bir eliptik mikroşerit anten tasarlanmıştır. Tasarlanan anten 5G uygulamalar için Orta bant I, Orta bant II ve Yüksek bantta yer alan 6 farklı frekans aralığında çalışabilmektedir. Antenin çalışma frekans aralıkları 3,46-3,69 GHz; 11,61-12,34 GHz; 13,22-20,29 GHz; 21,43-21,92 GHz; 24,44-25,14 GHz ve 26,77-60 GHz'dir. Bu frekans aralıklarında en düşük anten kazancı 8,28 dBi iken en yüksek anten kazancı ise 30,35 dBi'dir. Antenin yüksek bantta, 47,7 GHz frekansındaki verimi % 96,721'dir (Mutlu ve Kurnaz, 2022). Bu çalışmada 5G uygulamalarında kullanılmak üzere dielektrik malzemesi PF-4 (Ɛr:1,06, tanδ:0,0001, h:2mm), toprak ve yama kısmı yapışkan bakır banttan oluşan, toplam 42,453 GHz bant genişliğinde yüksek kazançlı bir eliptik mikroşerit anten tasarlanmıştır. Tasarlanan anten 5G uygulamalar için Orta bant I, Orta bant II ve Yüksek bantta yer alan 6 farklı frekans aralığında çalışabilmektedir. Antenin çalışma frekans aralıkları 3,46-3,69 GHz; 11,61-12,34 GHz; 13,22-20,29 GHz; 21,43-21,92 GHz; 24,44-25,14 GHz ve 26,77-60 GHz'dir. Bu frekans aralıklarında en düşük anten kazancı 8,28 dBi iken en yüksek anten kazancı ise 30,35 dBi'dir. Antenin yüksek

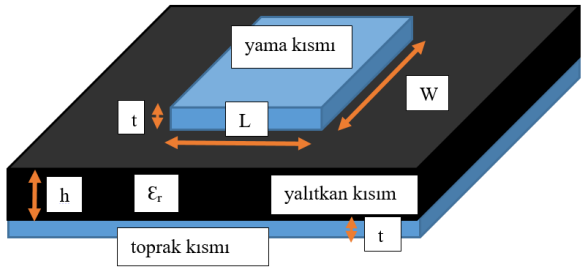
bantta, 47,7 GHz frekansındaki verimi % 96,721'dir (Mutlu ve Kurnaz, 2022). Bu çalışmada, pek çok kanser tümörünün tespitinde kullanılmak üzere giyilebilir bir dikdörtgen mikroşerit anten tasarımı ve gerçeklemesi yapılmıştır. Mikrodalga görüntüleme sistemlerinde hem alıcı hem de verici olarak kullanılabilecek antenin yama ve toprak kısmı iletken (bakır) banttan, yalıtkan kısmı ise PF-4 (köpük) malzemeden oluşturulmuştur. CST programı kullanılarak tasarlanan antenin çalışma frekans aralığı 1,71 GHz ile 8,53 GHz arasında olup band genişliği 6,82 GHz'dir. Üretilen antenin bant genişliği ise 6,75 GHz'dir (1,6 GHz- 8,35 GHz). Anten kazancı 5,31 dB gibi oldukça yüksek bir değerdir (Mutlu ve Kurnaz, 2020).

MATERYAL VE METOD

Günümüzde kullanmış olduğumuz elektronik cihazların boyutlarının gittikçe küçülmesi, anten tasarımcılarının daha fazla gelişmiş performans yeteneğine sahip çok daha küçük ve daha karmaşık anten tasarımlarını ortaya koymasına vesile olmuştur. Mikroşerit antenlerin maliyetinin düşük, boyutlarının küçük ve imal edilmesinin kolay olması, diğer antenler içinde bu antenlerin ön plana çıkmasını sağlamıştır. Buna ek olarak, bu antenler birden çok frekans bandında hem lineer hem dairesel hem de eliptik polarizasyonda çalışabilmektedirler (Fang, 2010). Bu avantajlarından dolayı, bu antenler daha karmaşık elektronik cihazlarda ve uçaklarda yaygın olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Bir mikroşerit anten, bir dielektrik malzemenin bir yüzünde metalik bir yama ve diğer bir yüzünde de başka bir metalik yüzey ve yama kolu olmak üzere dört parçadan oluşur.

Anten Boyutlarının Belirlenmesi:

Şekil 1.'de dikdörtgen mikroşerit antenin üç boyutlu şekli görülmektedir. Tasarım yapılırken antenle ilgili bilinen değerler (fr, εr ve h) denklemlerde yerine yazılarak, önce yama kısmın genişlik ve uzunluk gibi (W ve L) bazı parametrik değerleriyle, yama kolunun genişlik (Wm) ve uzunluğu (Lm) bulunur, daha sonra da yamanın genişlik ve uzunluk değerlerinden yararlanarak, dielektrik ve toprak kısmın genişlik (Wg) ve uzunluğu (Lg) bulunur.



Şekil 1. Dikdörtgen mikroşerit antenin üç boyutlu görünümü

Tasarım şu aşamalardan oluşur (Balanis, 2005):

I. Yama genişliği (mm):

$$W = \frac{1}{2\times f_r \times \sqrt{\mu_0 \times \varepsilon_0}} \sqrt{\frac{2}{\varepsilon_r + 1}} \quad \textbf{(1)}$$

Etkin bağıl dielektrik sabitini, eşitlik (2)'den hesaplayabiliriz ($W/h > 1$)

$$\varepsilon_{retkin} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2}\left[1 + \frac{12\times h}{W}\right]^{-1/2} \quad \textbf{(2)}$$

II. Eşitlik (2)'den hesaplanan etkin dielektrik sabiti ve (1) eşitliğinden bulunan yama genişliği kullanılarak, eşitlik (3)'den (Δ_L) uzunluk artışı hesaplanabilir.

$$\frac{\Delta_L}{h} = \frac{0.412\,(\varepsilon_{retkin} + 0.3)\left[\frac{W}{h} + 0.264\right]}{(\varepsilon_{retkin} - 0.258)\left[\frac{W}{h} + 0.8\right]} \quad \textbf{(3)}$$

III. Eşitlik (4) kullanılarak yama uzunluğu hesaplanabilmektedir:

$$L = \frac{c}{2\times f_r}(\varepsilon_{retkin})^{-1/2} - 2\times\Delta_L \quad \textbf{(4)}$$

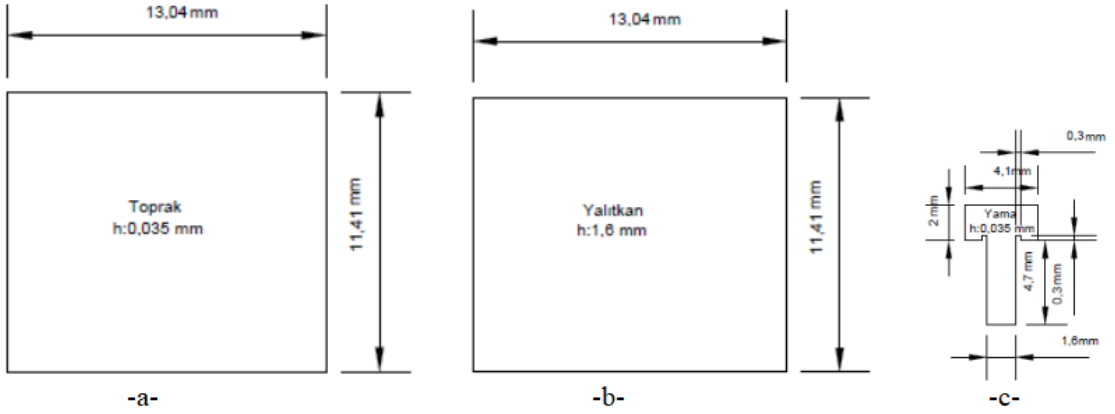
V. Mikroşerit antenin yama kısmının dışındaki toprak ve dielektriğin boyutları; yamanın boyutlarından (5 ve 6) eşitliklerinde ifade edildiği gibi

$$W_g = W + 6\times h \quad \textbf{(5)}$$

$$L_g = L + 6\times h \quad \textbf{(6)}$$

elde edilir.

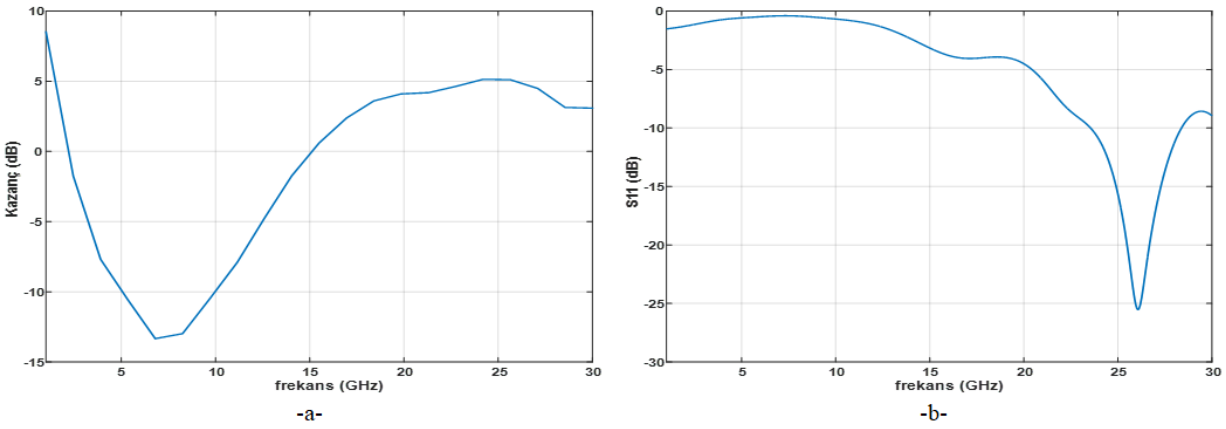
Burada; h: yalıtkanın kalınlığı (mm), W: yamanın genişliği (mm), L: yamanın uzunluğu (mm)
W_g: toprağın ve dielektrik kısmın genişliği (mm), L_g: toprağın ve dielektrik kısmın uzunluğunu (mm) gösterir. Şekil 2'de tasarlanmış antenin toprak, yalıtkan ve yama kısmın tüm ölçüleri verilmiştir.



Şekil 2. -a-,-b- ve -c- sırasıyla anteni oluşturan toprak, yalıtkan ve yama kısmın ebatları

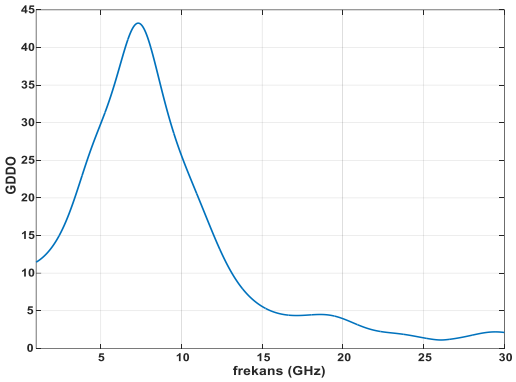
BULGULAR

Antenin CST ortamında yapılan tasarımından sonra ki benzetim sonuçları tasarımın ne derece iyi yapılıp yapılmadığının göstergesidir. Şekil 3 -a-'da anten kazancının frekansla değişimi gösterilmiştir. Şekilden bu kadar küçük boyutlardaki bir antenden 5,1 dB'lik kazanç elde etmek tasarımın isabetli yapıldığının kanıtıdır. Şekil 3 -b-'de yansıma katsayısı (Geri dönüş kaybı)'nın frekansla değişimi görülmektedir, rezonans frekansında bu değer ne kadar küçük olursa tasarlanan antenin o kadar iyi tasarlandığını gösterir. Bu şekil de -10 dB'den aşağıya düştüğü noktalar arası, antenin çalışma bandını vermektedir.



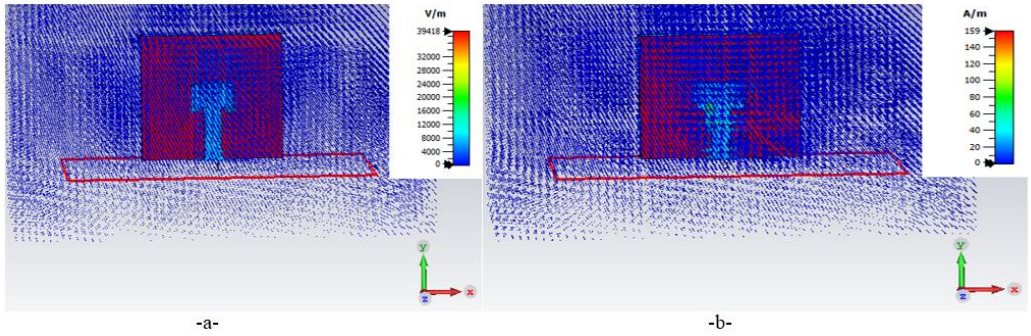
Şekil 3. -a-Kazancın ve -b-geri dönüş kaybının frekansla değişimi

Şekil 4'te gerilim duran dalga oranının frekansla değişimi verilmiştir. Bu oranın rezonans frekansında 1,11 olduğu görülmektedir. İdealde bu değer 1'dir (gelen dalganın tümü antenden ileriye doğru gittiğini gösterir) antenin bu oranının 1,11 olması anten tasarımının kalitesinin bir kanıtıdır.



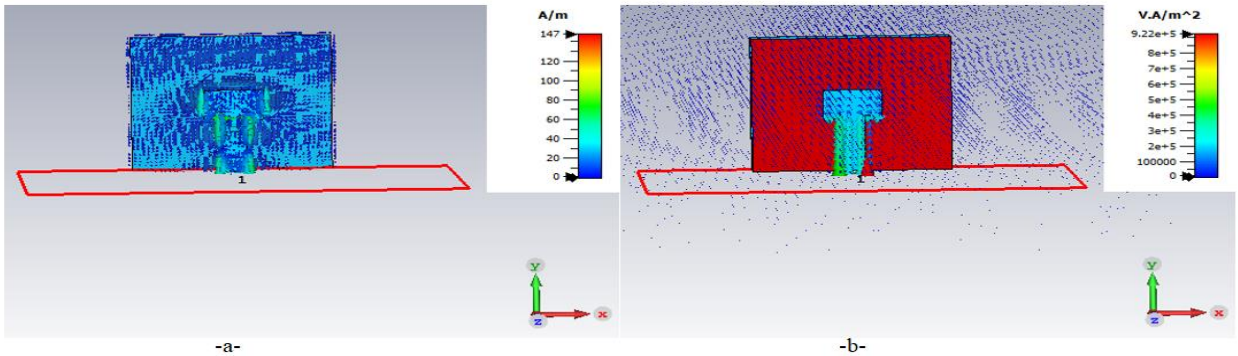
Şekil 4. Gerilim duran dalga oranının frekansla değişimi

Şekil 5 -a-'da antenin yama kısmındaki elektrik alanın, -b-'de ise manyetik alanın değişimi görülmektedir. Her iki şekil de de alanların yamanın etrafında yoğunlaştığı görülmektedir, bu durum alıcının konumlanması gereken yerin tespitinde bize yol gösterir.



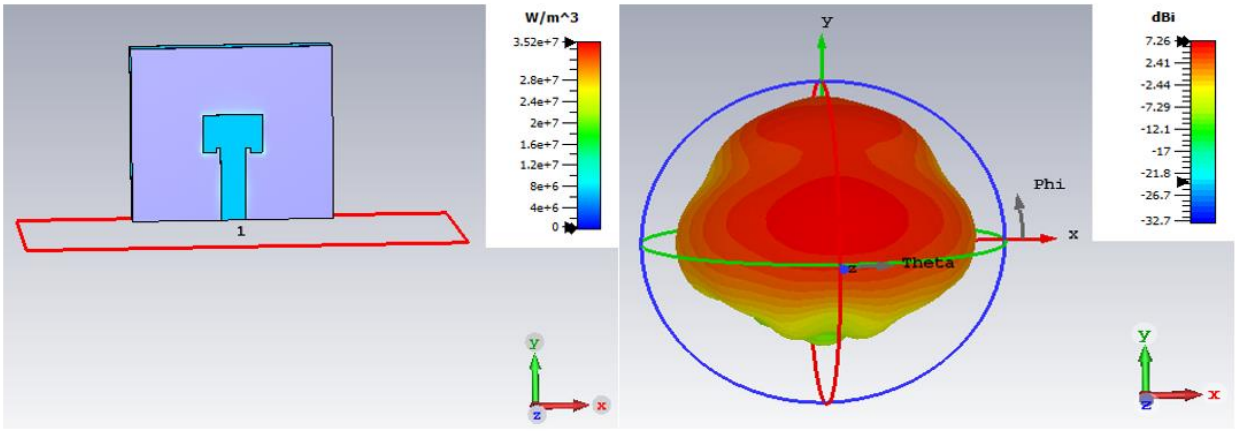
Şekil 5. -a-Anten üzerindeki elektrik alan değişimi, -b- manyetik alan değişimi

Şekil 6 -a-'da antenin yama kısmındaki yüzey akımını, -b-'de ise güç yoğunluğunun değişimi görülmektedir. Bu iki şekil de de antenin akım ve güç yoğunluğunun odaklandığı bölgeleri gösterdiğinden, antenin performans değerlendirmesinde önemli bir ölçüttür.



Şekil 6. Anten üzerindeki yüzey akımı ve güç yoğunluğu değişiminin önden görünümü

Şekil 7 -a-'da antenin hacimsel enerji yoğunluğunun değişimi görülmektedir. -b-'de ise antenin yöneltiminin azimuth ve yükseklik açısına bağlı değişimi görülmektedir. Bu şekilden elektrik alanın (+x), manyetik alanın (+y) yönünde ve elektromanyetik alanın ilerleme yönünün (+z) olduğu ve alanın (+z) yönünde yoğunlaştığını ve yöneltimin çok iyi yapıldığını göstermektedir.



-a- -b-

Şekil 7. -a- Anten üzerindeki enerji yoğunluğunun değişimi, -b- anten yöneltiminin phi ve theta'ya bağlı değişimi

SONUÇ

5G uygulamalarında kullanılmak üzere alt yapısı FR-4 malzemesi kullanılarak içten beslemeli dikdörtgen mikroşerit anten tasarlanmıştır. Rezonans frekansında; antenin yöneltimi 7.26 dBi, geridönüş kaybı -25,462 dB, çalışma bandı (23,507-28,364 GHz) gerilim duran dalga oranı 1.11'dir. Antenin boyutları 13,04x11,41mmx1,6mm olmasına rağmen bu kadar yüksek kazanç, yüksek yönlülük ve geniş bir çalışma bandına sahip olması tasarımın iyi yapıldığının göstergesidir. Ayrıca 5G uygulamalarının bir çok ülke için belirlenen lisanslı ticari yüksek frekans bandlarından biri olan 26-28 GHz bandında çalışması antenin en önemli tercih sebeplerindendir.

KAYNAKLAR

Al-Gburi AJA, Ibrahim IM, Zakaria Z, Abdul Halim E 2022. Microstrip Patch Antenna Arrays Design For 5G Wireless Backhaul Application At 3.5 GHz. Recent Advances in Electrical and Electronic Engineering and Computer Science. DOI: 10.1007/978-981-16-9781-4_9.

Anandkumar A, Dinakaran K, Kathirvelu M, Brindha R, Naveena N, Priya K 2022. Design of Microstrip Patch Antenna for 5G Applications. Irish Interdisciplinary Journal of Science & Research (IIJSR) Vol.6, Iss.2, Pages 30-35, April-June 2022 ISSN: 2582-3981 www.iijsr.com. DOI: http://doi.org/10.46759/IIJSR.2022.6205.

Balaji KG, Anguraj N, Chellaprabu A, Kingston SA, Manikandan M 2020. DESIGN AND FABRICATION OF DOUBLE C DUAL BAND SLOTTED MICROSTRIP ANTENNA FOR 5G TECHNOLOGIES. JETIR2005058 Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR) www.jetir.org 387 Pp:387-393. 2020 JETIR May 2020, Volume 7, Issue 5 www.jetir.org (ISSN-2349-5162.

Balanis AC 2005. Antenna Theory Analysis and Design. Third Edition, pp:846, John Wiley & Sons, Inc., Publication Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. Published Simultaneously in Canada.

Bhattacharyya A, Puri SC 2022. A 28 GHz Rectangular Micro strip Patch Antenna for 5G Applications. International Journal of Scientific & Engineering Research Volume 13, Issue 6, June-2022 ISSN 2229-5518 Pp:286-288.

Darboe O, Konditi DBO, Manene F 2019. A 28 GHz Rectangular Microstrip Patch Antenna for 5G Applications. International Journal of Engineering Research and Technology. ISSN 0974-3154, Volume 12, Number 6 (2019), pp. 854-857 © International Research Publication House. http://www.irphouse.com.

Erbaş CD 2021.5G, UMTS, WiFi, WiMax ve C-bandı Uygulamalarında Kullanılabilen Dört Köşeli Yıldız Şeklinde Yamaya Sahip Mikroşerit Yama Anten Tasarımı. URSI-TÜRKİYE 2021 X. Bilimsel Kongresi, Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli.

Fang, DG 2010. Antenna Theory And Microstrip Antennas. CRC Press, USA.

Gemeda MT, Fante KA, Goshu HL, Goshu AL 2021. Design and Analysis of a 28 GHz Microstrip Patch Antenna for 5G Communication Systems. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) e-ISSN: 2395-0056 pp:881-886.Volume: 08 Issue: 02 | Feb 2021 www.irjet.net p-ISSN: 2395-0072.

Jajere AM 2017. Millimeter Wave Patch Antenna Design Antenna for Future 5g Applications. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) http://www.ijert.org ISSN: 2278-0181 IJERTV6IS020156 Vol. 6 Issue 02, Pp:289-291 February-2017.

Khan O, Anab M, Sultan A , Shah SM, Raza A 2022. Millimeter-Wave Rectangular Microstrip Patch Antenna Design For 5G Applications. Webology (ISSN: 1735-188X) Volume 19, Number 2, 2022 Pp: 6782-6793 http://www.webology.org.

Li M 2019. Broadband 5G Millimeter Wave Microstrip Antenna Design. International Journal of Computer Applications Technology and Research Volume 8–Issue 08, pp: 311-314, 2019, ISSN:2319–8656.www.ijcat.com.

Mutlu M ve Kurnaz Ç 2022. 5G Uygulamaları için Eliptik Mikroşerit Anten Tasarımı. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi.

Mutlu M ve Kurnaz Ç 2022. Rectangular Microstrip Antenna Design for Wireless Technologies. The Sixth International Conference on Computational Mathematics and Engineering Sciences (CMES-2022) Ordu University 20-21-22 May 2022 in Ordu.

Mutlu M. ve Kurnaz Ç. 2020. Mikrodalga Görüntüleme Sistemleri için Mikroşerit Anten Tasarımı. European Journal of Science and Technology, Special Issue, pp. 129-137, DOI:10.31590/ejosat.819567.

Mohamed FA 2021. Study and Analysis of Rectangular Microstrip Patch Antenna at 28GHz for 5G Applications. WSEAS Transactions on Communications. vol. 20, pp. 6-11, 2021. ISSN / E-ISSN: 1109-2742 / 2224-2864.

Mohammed ASB, Kamal S, Ain MF, Ahmad ZA, Ullah U, Othman M, Hussin R, Rahman MFA 2019. A Review Of Microstrip Patch Antenna Design At 28 GHz For 5G Applications System. INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH VOLUME 8, ISSUE 10, OCTOBER 2019 ISSN 2277-8616 341 IJSTR©2019 www.ijstr.org.

Ngoc TTB 2020. DESIGN OF MICROSTRIP PATCH ANTENNA FOR 5G WIRELESS COMMUNICATION APPLICATIONS. Journal of Science Technology and Food 20 (2) (2020)pp: 53-61.

Onurlu O 2021. 5G Sistemleri İçin Anten Tasarımı. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü. Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Özpınar H, Akşimşek HS 2020. Design of 24-28 GHz band 5G Antenna Based on Symmetrically Located Circular Gaps. (International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT) 2020 – 22-24 Ekim 2020) (DOI: 10.31590/ejosat.843864). www.ejosat.com ISSN:2148-2683 European Journal of Science and Technology Special Issue, pp. 408-413, November 2020 Copyright © 2020 EJOSAT Research Article.

Przesmycki R, Bugaj M, Nowosielski L 2021. Broadband Microstrip Antenna for 5G Wireless Systems Operating at 28 GHz. Electronics Special Issue Antennas in the 5G System. https://doi.org/10.3390/electronics10010001.

Shereen MK, Khattak MI, Nebhen J 2022. A review of achieving frequency reconfiguration through switching in microstrip patch antennas for future 5G applications. Alexandria Engineering Journal (2022) 61, 29–40

Singh A K, Raman A 2018. Multiband Microstrip Patch Antenna Design for 5G Using Metamaterial Structure. 2nd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI). India. DOI:10.1109/ICOEI.2018.8553773.

Tütüncü B 2020. Microstrip Antenna for 5G Communication: Design and Performance Analysis.June 2020.Conference: HORA- International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications. ANKARA/TURKEY.

Uluslu A 2021.Kültürel Algoritma Tabanlı 24 GHz ISM Bant Uygulamaları için H Şeklinde Yama Anten Tasarımı. URSI-TÜRKİYE 2021 X. Bilimsel Kongresi, Gebze Teknik Üniversitesi, Kocaeli.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Meyve ve Sebze Atıklarının Değerlendirilmesi

Yasemin KAYA[1*] (0000-0003-2760-8959), Melike Vurmaz[2] (0000-0001-5162-7514)

[*1] Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye
[2] Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bayburt, Türkiye

* melike_vurmaz@outlook.com

Özet
Meyve işleme endüstrisinde her yıl önemli miktarda atık/yan ürün üretilmektedir Endüstriyel boyutta meyve yan ürünlerinin değerlendirilmesi sadece depolamada gıda hacmini azaltarak hem çevre kirliliğinin önüne geçmek hem de ekonomiye değer katmak amacıyla gıda yan ürünlerinin yeniden kullanımı ve içerisindeki fenolik bileşik ve karotenoidler gibi biyoaktif bileşenlerin biyoteknolojik metodolojilerle katma değerli fonksiyonel yan ürünlerin geliştirilmesi için de önemlidir. Yaklaşık son 30 yılda yapılan araştırmalar meyve yan ürünlerinin insan sağlığı üzerine antioksidanlar ve vitaminler gibi potansiyel biyoaktif bileşenlerin kaynağı olarak görüldüğünü ortaya koymaktadır. Bununla birlikte meyve yan ürünlerinin bazılarında kayda değer miktarda antioksidan etkisi gösteren diyet lifleri açısında da zengin olması ile çeşitli gıda türlerinin üretiminde biyotakviye için uygulama sürecinde geniş bir boşluk bulunmaktadır. Bu nedenle derlemenin amacı, küresel bir sorunun önüne geçilmek için meyve yan ürünlerinde ekonomik değeri yüksek olan biyoaktif bileşenlerin gelişen teknolojik yöntemlerle değerlendirmek ve yan ürünlerin önemi ile ilgili bakış açısı kazandırmaktır. Aynı zamanda çeşitli biyoaktif bileşenlerin eldesi için meyve yan ürün/atık kullanılması ile sürdürülebilir kalkınmaya yönelik önemli bir adım olarak görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gıda atıkları, karotenoid, fenolik bileşikler, enzimler, diyet lifi.

Evaluation of Fruit and Vegetable Wastes

Abstract
A massive amount of fruit waste/by-products are produced by the fruit processing industry each year. Utilizing fruit by-products -at an industrial scale- is not only important for reducing the food volume during storage. It is also important for both reducing environmental pollution and producing economically valuable compounds by utilizing food by-products and their content of bioactive components such as phenolic compounds and carotenoids to produce functional value-added products using biotechnological methodologies. Studies conducted in the last 30 years proposed fruit by-products as a source of potentially bioactive compounds for human health including antioxidants and vitamins. However, some of the fruit by-products are also rich in dietary fibers, which possess a remarkable antioxidant activity. There are limited studies investigated the application process for biofortification in the production of various food products. Thus, the aim of this review is to avoid a global problem by giving a perspective on the developed technological methods, which utilize the highly economically valuable bioactive components of fruit by-products, and on the importance of fruit by-products. At the same time, utilizing fruit by-products/waste to obtain various bioactive compounds is a vital step towards sustainability.
Keywords: Food waste, carotenoid, phenolic compounds, enzymes, dietary fiber.

GİRİŞ

Son yıllarda dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte insan faaliyetlerinin sonucunda toprak, su ve hava kirliliği gibi ciddi çevre sorunları ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan bu olumsuz etkiler gelecekte küresel iklim değişikliğine neden olabilir bu da insanları tehdit edici bir unsur olarak görülmektedir. Nüfusa bağlı olarak talebin artması ile gıda endüstrisindeki birçok proseslerde büyük miktarlarda gıda atığı ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla bu olumsuz etkileri mümkün olduğu kadar önlemek ve geri kazanmaya çalışmak gerekmektedir (Shilev ve ark., 2007). Tarımsal gıda endüstrisinde üretilen atıklar, başka bir endüstri de hammadde olma potansiyeline sahip olduklarından dolayı kullanılmamaları biyokütle ve besin kaybına yol açmaktadır (Esparza ve ark., 2020). Bu anlamda dünya tarımı ve gıda sektörünün karşı karşıya kaldığı en önemli zorluklar~~ı~~ arasında gıda güvenliği ve uygun atık yönetimi ön plana çıkmaktadır. Bu tip gıda atıkları artan üretim ile beraber atık gıda arıtma tesislerinde gittikçe daha büyük bir alan kaplamaktadır (Gustavsson ve ark., 2011). Birçok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de tarımsal üretim ve gıda endüstrisi ekonomi de önemli bir rol üstlenmektedir. Fakat üretim esnasında açığa çıkan büyük miktarda katı atık temel sorun olarak nitelendirilmektedir. Bu konunun önemle üzerinde durulup bir strateji oluşturarak ön görülen eksikliklerin kapatılmasına yönelik çalışmalar yapılması gerekmektedir (Salihoglu ve ark., 2018). Türkiye önemli bir meyve, sebze ve kuruyemiş ihracatçısı konumunda olmasına rağmen tarımsal alanda meydana gelen gıda kaybı Dünya'da ki gıda kaybının %3.33'üdür (OECD., 2016; Tatlidil ve ark., 2013).

Meyve ve sebze işlemede kabuk, tohum, posa gibi yüksek miktarda atık madde üretimi ile sonuçlanmaktadır. Bitkisel kaynaklı atıklar genel itibari ile mikrobiyal bozulmaya eğilimlidir. Dolayısıyla kullanımdan önce gıda atığındaki suyu uzaklaştırmak gerekmektedir (Oreopoulou Tzia, 2007). Aynı zamanda meyve ve sebze atıklarının doğası gereği bozulabilir olmasının yanı sıra gıda sektörünü lojistikle ilgili sorunlarla da karşı karşıya bırakmaktadır. Günümüzde bu tip problemlerin önlenmesinde meyve atıkları için entegreli bir yönetime geçilmesi gerektiği için hem geleneksel hem de gelişen teknoloji ile koordineli çalışmanın katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte meyve kalıntıları karbonhidrat, protein, yağ ve biyoaktif bileşenler gibi yüksek miktarda organik madde içeriğine sahip olduklarından dolayı heterojen yapılarının kapsamlı karakterizasyon çalışmalarına gerek duyulmaktadır (M. Kosseva, 2009). Bu gibi çalışmalarla çeşitli bileşenlerin değerlendirilmesi ve doğal kaynakların israf edilmesinin önüne geçilirken çevre üzerine etkisini de en aza indirilebilmektedir (Esparza ve ark., 2020).

1. Gıda atıklarının etkileri ve küresel endişe

Gıda işleme atıkları, geri dönüştürülmemiş veya başka amaçlar için kullanılmayan çeşitli işleme endüstrisinin son ürünleri olarak tanımlanmaktadır. Üretim sürecinde son ürün olarak meydana gelen maddeleri çoğu Avrupa mevzuatı ''atık'' olarak tanımlanmaktadır (C. Directive, 1975; H. A. T. Directive, 1991). Fakat gıda endüstrisinde üretim sırasında açığa çıkan atıkların besin zincirinde yeniden kullanım potansiyeline sahip olması farklı bir bakış açısı kazandırmıştır. Oluşan bu gıda atıkları potansiyel olarak ciddi kirlilik sorunlarına sebep olmakta ve aynı zamanda da besin maddelerinin kaybı ile sonuçlanmaktadır.
Yapılan çalışmalar ile bilim adamları gıda atıklarında ki fonksiyonel bileşiklerin geri kazanılması ve piyasa değeri olan yeni ürünlerin geliştirilmesi noktasında mükemmel bir substratı olduğunu bildirerek bilim dünyasında ''gıda yan ürünleri'' terimi olarak yaygınlık kazanmasına katkıda bulunmuşlardır (C. M. Galanakis, 2012). Örneğin meyve yan ürünlerde yüksek miktarda bulunan karotenoidler ve polifenoller gıda da istenmeyen ekşimenin oluşumunu geciktirdiği ve ilave edildiği ürünün raf ömrünü uzattığı için yiyecek ve içecekler de koruyucu olarak uygulanmaktadır. Aynı zamanda polifenoller antioksidan görevi gördüğünden dolayı serbest radikalleri bağladığından ciddi hastalıkların oluşumunu engellemektedir (Oreopoulou Tzia, 2007). Her ne kadaar sağlığı teşvik edici ve hastalıkları önlediği yönünde çalışmalar yapılsa da gıda endüstrisinde işleme sonrası açığa çıkan meyve atıkları uygun işleme teknolojisinin yetersizliğinden dolayı yeterli olarak değerlendirilememektedir (Elik ve ark., 2019). Çünkü bu gıda atıkları/yan ürünleri iyi bir biyoaktif bileşenlerin kaynağı olmanın yanı sıra sağlığa yararlı diyet lifleri de içerdiğinden dolayı sağlık açısından büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda diyet liflerinin kardiyovasküler rahatsızlıkları, kandaki şeker ve kolesterol seviyesini azalttığına yönelik çalışmalar rapor edilmiştir (Sagar ve ark., 2018).

Günümüzde gıda sanayi atıkların değerlendirilmesi depolama alanlarında meydana gelen kirliliği en aza indirmek için hayati önem taşımaktadır. Böylece ''sıfır atık'' kavramı desteklenecek, meyve ve sebze atıklarındaki

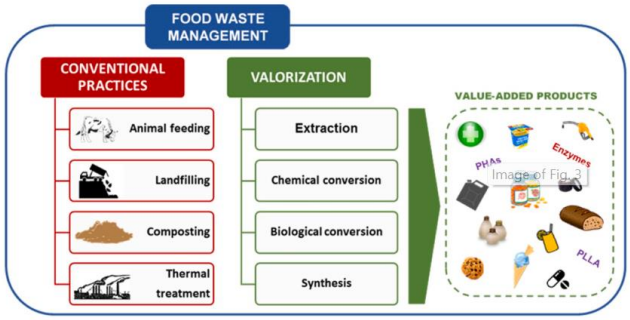
biyoaktif bileşenlerin kullanımına yönelik çalışmalar hız kazanacaktır (Hussain ve ark., 2020). Zamanla gelişen teknoloji ile birlikte tüketicilerin sağlıklı beslenme ile ilgili fonksiyonel gıdaların kullanımı artmış, ilginin artması ile de doğal katkı maddeleri elde etmenin önemi daha fazla farkına varılmasına sebep olmuştur (Jara-Palacios ve ark., 2015). Bu yüzden biyoaktif bileşenlerden özellikle fenolik bileşenlerinin, belirlenmesi endüstriyel gıda atıklarının katma değerli fonksiyonel ürünler elde edilmesinde dikkat çekmiştir (Gülcü ve ark., 2019).

Gıda işleme proseslerinde Gıda ve Tarım Örgütü'ne (Food and Agriculture Organization- FAO) göre küresel çapta insan tüketimine sunulan gıdaların yenilebilir kısımları 1/3 oranında değerlendirilmemekte ya da israf edilmektedir. İfade edilen miktar yılda yaklaşık 1.3 milyar tona denk gelmekte olup bu durum yalnızca gıda işleme atıklarını değil aynı zamanda hem dünyada ki sınırlı gıda arzına sahip ülkelerin gıdaya ulaşılabilirliğini hem de çevreye olumsuz etkisi olduğundan dolayı büyük önem arz etmektedir. FAO yapmış olduğu çalışmalar ile bu sorunun önemini vurgulamaktadır. Bu kapsamda gıda kaybını azaltmak doğrudan çevreye negatif etkisini de azaltmanın en iyi yolu olarak görülmektedir (Gustavsson ve ark., 2011). Çevresel etkileri azaltmak adına gıda atıklarının bir kaynak olarak kullanımı yönünde araştırmalar giderek artmaktadır (Chang Chen, 2010; Choy ve ark., 2015; Ma ve ark., 2017).

2. Gıda atıklarının yönetimi ve değerlendirilmesi

Gıda atık yönetimi, küresel pazarda gıda güvenliği açısından kritik bir konudur. Meyve işleme endüstrisi ise gıda atıklarının ana üreticilerinden bir tanesidir (Salemdeeb ve ark., 2017). Meyve işleme endüstrisi; meyve suyu, reçel gibi çok sayıda doğal ürün eldesi yapmaktadır. İşleme faaliyetleri sonucunda ise kabuk, tohum, posa gibi çok miktarda meyve yan ürünü üretmektedir. Bununla birlikte atık matriksi içinde yer alan ve hala insan sağlığı üzerinde etkili olan başta pektin olmak üzere, proteinler, antioksidanlar fenolik bileşikler gibi kimyasal ve besin değeri yüksek olan biyoaktif bileşikler de içermektedirler. Bu bağlamda, üreticiler gıda atıklarının geri kazanılması için geleneksel ve teknolojik yöntemlerle katma değerli fonksiyonel ürün eldesi yoluna gitmişlerdir (Şekil 2). Biyoaktif bileşenlerin geri kazanımı ile ticarileşmede önemli bir adım atılmış olmaktadır (Campos ve ark., 2020).

Gıda endüstrisinde atıkların yönetimi; fiziksel, kimyasal, termal ve biyolojik gibi çeşitli atık dönüşüm yöntemleri ile avantaj ve dezavantaj sağlayabilmektedir. Örneğin, gıda işleme atıklarının hayvan yemi olarak değerlendirilmesi atık yönetiminde yaygın bir uygulamadır. Bu kapsamda yağ ve protein bakımından zengin gıda atıkları omnivor hayvanların beslenmesi için uygunken, selüloz ve hemiselüloz içeriği yüksek atıklar ise ruminant hayvanların beslenmesinde uygun substratı niteliği taşımaktadır. Fakat atık üretim yeri ile hayvan yemi olarak kullanılacak yer arasındaki mesafeden dolayı geleneksel hayvan yemleri kadar maliyetli olmaktadır (Russ Schnappinger, 2007).



Şekil 2. Gıda atık yönetim stratejileri (Esparza ve ark., 2020).

Gıda endüstrisi yüksek miktarda biyolojik oksijen ihtiyacı atık üretmektedir. Bu nedenle atıkların uzaklaştırılması için dünya çapında yasal mevzuatlar son on yılda giderek kısıtlayıcı hale getirilmiştir. Direktifler ve yönetmelikler, atık olarak tanımlanan materyallerin işlenmesi ve arıtılmasını zorunlu kılmaktadır. Fakat gıda atıkları ile başa çıkmak birçok açıdan zordur. Yetersiz biyolojik stabilite ve atık içerisindeki patojenlerin varlığı gıdada ki mikrobiyal aktivite açısından artışa neden olmaktadır. Özellikle meyve atıklarının yüksek su içeriğine sahip olması taşıma işlemlerinde önemli bir etkiye sahiptir (Otles ve ark., 2015). Bu nedenle çeşitli araştırma grupları meyve atıklarından çok fonksiyonlu ingredientlerin geliştirilmesi ve farklı gıda ürünlerinde uygulanması üzerine

çalışmaktadır. Atık içerisinde ki ham lif içeriği Laufenberg ve ark. (2003)'in ifadesine göre gıda içerisinde çeşitli işlevlerin yerine getirilmesinde rol oynamaktadır.

2.1 Hayvan beslenmesi

Gıda üretim prosesleri sonucunda elde edilen gıda kalıntıları sağlığı teşvik edici yüksek biyoaktif bileşenleri içermesinin yansıra toksik bileşen içerebilme durumu göz önüne alındığında hayvan beslenmesine yönelik çalışmalarda potansiyel risk teşkil edebileceği unutulmamalıdır. Beslenme açısından yüksek miktarda yağ ve protein içeren gıda atıkları omnivor hayvan yemi olarak uygunken, zengin selüloz ve hemiselüloz içeren substratlar ruminantların beslenmesinde tercih edilmektedir (Russ Schnappinger, 2007). Hayvan beslenmesinde kullanılan gıda atıklarının güvenli hale getirilmesinde ısıl işlem uygulamak gerekir ki bu da maliyeti arttırmaktadır. Ancak Salemdeeb ve ark. (2017) yaptığı çalışma da kontrollü şartlar altında anaerobik çürüme ile atıkların kullanılmasının alternatif olacağını öne sürmüştür.

2.2 Depolama ve kompostlama

Depolama, çevreye olan etkisine rağmen katı gıda atıklarının bertaraf etmede ucuz bir yöntem olduğundan dolayı en çok tercih edilen uygulamadır (Ravindran Jaiswal, 2016). Genel olarak çoğu işletme politikası atıkların depolanmasını önleme yönünde eğilim göstererek atıkların yeniden kullanımı ve geri dönüşüme yönlendirilmesini hedeflemektedir. Bu kapsamda dengeli bir atık politikası için gıda atıklarına ilişkin depolama yasakları (i), yönlendirmeyi teşvik eden ve alternatif muameleleri daha cazip hale getiren depolama vergileri (ii), kompostlama veya anaerobik parçalama için alternatiflerin geliştirilmesi (iii) ve gerekli altyapının geliştirilmesi (iv) gibi kombine tedbirlere önem verilmesi gerekmektedir (M. R. Kosseva, 2013). Kompostlama, organik materyallerin mantar, bakteri ve protozoa gibi çeşitli mikroorganizmaların etkisiyle nispeten kararlı ürünlere aerobik olarak parçalanmasıdır (Otles et al., 2015). Bu süreç aşağıdaki denklemle açıklanabilir (Shilev ve ark., 2007):

$$\text{Organik madde} + O_2 \longrightarrow \text{kompost} + CO_2 + H_2O + NO_3^- + SO_4^{2-} + \text{ısı}$$

Kompostlama işlemini çevreye birçok yarar sunmaktadır. Örneğin gübre oluşumu (1); su ve besinleri tutma yeteneğinin arttırılması (2); toprakta yaşayan organizmaların desteklenmesi (3); topraktaki kimyasal dengenin sağlanması (4); bazı toprak zararlılarının biyolojik kontrolünün sağlanması (5) ve toprağa organik materyallerin bağlanmasına (7) yardımcı olarak toprağın yapısını geliştirmektedir (Shilev ve ark., 2007).

2.3 Biyoaktif bileşenler

Biyoaktif bileşikler, insan sağlığını teşvik etmek ve hastalık riskini azaltmak için proteinler, DNA ve diğer biyolojik moleküllerle etkileşime girebilmektedirler (Kumar ve ark., 2017). Bu anlamda meyve, sebze ve yan ürünleri biyoaktif bileşenler bakımında zengin olduklarından dolayı fonksiyonel gıdaların eldesinde büyük katkı sağlamaktadır. Yapılan çalışmalarda, polifenoller ve karotenoidler içeren meyvelerin antioksidan aktiviteye sahip olduğu ve belirli kanser türlerine karşı etkili olduğu rapor edilmiştir (Day ve ark., 2009). Aşağıdaki bölümde, meyve ve yan ürünlerinden elde edilen biyoaktif bileşenler kısaca anlatılmaktadır.

2.3.1 Karotenoidler

Karotenoidler, gıdalardaki renklerden sorumlu olan sekonder metabolitlerdir. Çeşitli hastalıkların önlenmesinde ve sağlığın korunmasında sekonder metabolitlerin yararlı rolünü destekleyen bilimsel çalışmalar literatürde mevcuttur. İnsanlarda ki en önemli işlevi ise güçlü antioksidan özellik göstermesinin yanı sıra diyette A vitaminine katkıda bulunmasıdır. Karotenoidlerin kimyasal yapısı kapsamlı bir şekilde çalışılmış olmasına rağmen biyoyararlanımı ve biyolojik fonksiyonları henüz yeni araştırılmaya başlanmıştır (Rao Rao, 2007). Tüketiciler tarafından sağlık bilincinin yaygınlaşması ile birlikte doğal kaynaklar daha fazla tercihi söz konusu olmaktadır. Alternatif doğal karotenoid kaynakları gıda sanayi kaynaklı yan ürünleri temsil edebilmektedir (Zhang ve ark., 2021). Gıda atıklarından elde edilen fenolik bileşikler, karotenoidler, terpenler, yağ asitleri, diyet lifleri gibi biyoaktif bileşenler yapısal ve fonksiyonel çeşitliliğe sahiptirler. Bu maddeler gıda matrikslerin de katkı maddesi

olarak dâhil edilip kullanıma sunulmaktadır. Ayrıca son yıllarda birçok gıda bileşeni diyet takviyeleri veya nutrasotikler olarak ticarileştirilmiştir. Diyet takviyeleri; kapsül veya toz şeklinde konsantre edilmiş besinleri içerirken, nutrasotikler sadece diyette takviye olarak kullanılmaz aynı zamanda hastalıkların önlenmesinde de etkin şekilde kullanılmaktadır (Da Costa, 2017).

Karotenoidlerin çok sayıda konjuge çift bağdan oluşması kimyasal bozulmalara karşı hassasiyetini arttırmaktadır. Aynı zamanda karotenoidler, güçlü lipofilik yapıya sahip ve ışığa duyarlı moleküllerdir. Dolayısıyla, karotenoidlerin insan organizmasında antioksidan özellik gösterebilmesi için yutulmadan önce ışıktan korunması gerekmektedir. Biyoaktif bileşenlerden olan karotenoidlerin veya diğer hassas bileşenlerin ısı, ışık, asit gibi dış etkilerden korunması için uygun bir kaplama materyali kullanılarak enkapsüle edilmesi son zamanlarda tercih edilen bir metodoloji olarak görülmektedir (Zhou ve ark., 2018).

2.3.2 Fenolik bileşikler

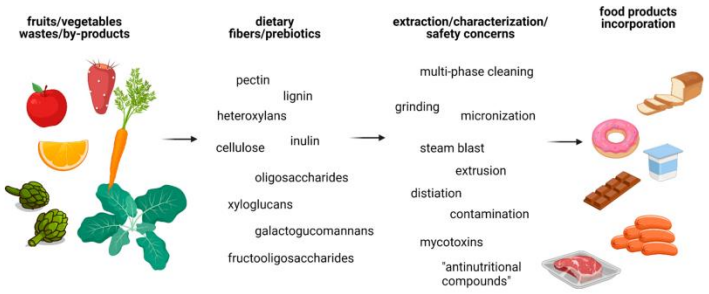
Fenolik bileşikler, gıdanın duyusal özelliklerinden ve meyve sebzelerin besin kalitesinden sorumlu sekonder metabolitlerdir (Tomás-Barberán ve ark., 2000). Gıda yan ürünlerinde sıklıkla çalışılan biyoaktif bileşenlerden olan, fenolik bileşenlerin genellikle antienflamatuar, antioksidan, antikarsinojenik ve kardiyoprotektif etkileri üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Haminiuk ve ark., 2012) Yapılarında bir ya da daha fazla aromatik halka içeren fenolik bileşiklerin bazıları antioksidan aktiviteye sahiptirler. Antioksidan aktivitesi yapı üzerinde ki hidroksil gruplarının sayısına ve konumuna bağlılık göstermektedir. Gıda işleme endüstrilerinde fenolik bakımından önemli miktarda antioksidan kaynağı olabilecek zengin yan ürünler üretilmektedir (Balasundram ve ark., 2006). Polifenolik bileşikler; flavonoidler, (alt sınıflar: flavonoller, flavononlar, antosiyanidinler) tanenler, fenolik asitler ve lignanlar olmak üzere çeşitli sınıflara ayrılmaktadırlar (Hollman Katan, 1999).

2.4 Enzimler

Günümüzde, enzimler endüstriyel uygulamalarda uygunluğundan dolayı sıklıkla tercih edilen biyomoleküllerdir (Choi ve ark., 2015). Bu moleküller, katalizör görevi görmekte olup ekstrem koşullar olmadan reaksiyonu başlatabilir, bu da kontaminasyon riskinin azaltılmasında ve endüstri için ekonomik kazanç sağlamasında olanak tanımaktadır. Bu kapsamda meyve yan ürünlerinden enzim kazanımı ile ilgili çalışmalar yürütülmektedir (Campos ve ark., 2019). Ancak enzim üretimi için spesifik meyve yan ürünlerinin uygulanmasına yönelik literatürde az sayıda çalışma mevcuttur. Buna karşılık, yapılan bir çalışmada endüstri yan ürünü olan nar kabuğundan toz elde ederek *Aspergillus niger* tarafından fermentasyona uğratılmış ve ellaginaz ve selülaz üretimi gerçekleştirilmiştir (Ascacio-Valdés ve ark., 2014). Meyve yan ürünlerinin artması ilerleyen süreçte ticari değeri olan katma-değerli biyomoleküllerin üretimi için kaynak sağlamaktadır (Campos ve ark., 2020).

2.5 Gıda yan ürünlerinin diyet lifi ve prebiyotik olarak kullanımı

Meyve ve yan ürünlerinin yeniden kullanımı (Ng ve ark., 2020) ile hem fonksiyonel gıdalara daha fazla biyoaktif bileşen elde edilmesinde maksimum düzeyde yararlanılmasında hem de çevre üzerine olumlu bir etki göstermesine katkı sağlamıştır (Cecilia ve ark., 2019; Dueñas García-Estévez, 2020; C. Galanakis, 2020). Meyve ve sebzelerdeki yan ürünlerin bazıları kayda değer miktarda renklendirici, antioksidan bileşik veya sağlık üzerine olumlu etkileri olan diyet lifleri bakımından bazılarının ise protein açısından zengin olduğu bilinmektedir. Diyet lifleri; insan ince bağırsağında sindirilmeyen ya da emilmeyen polisakkaritler ve ligninden oluşmaktadır. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar ile diyet liflerinin kardiovasküler hastalıklarının ve bazı kanser türlerini azalttığı rapor edilmiştir. Aynı zamanda diyet liflerinin hem besin değeri hem de teknolojik özellikleri nedeniyle lif bakımından zengin gıdaların potansiyel gelişimine katkı sağlamaktadır (Thebaudin ve ark., 1997). İnülin tipi fruktanlar ve galaktooligosakkaritler gibi diyet lifleri de prebiyotik olarak tanımlanmaktadır (Şekil 3). Bu kapsamda prebiyotikler, kolon içerisinde seçici olarak bazı bakterileri uyararak konakçının sağlığını olumlu yönde etkileyen gıda bileşenleri olarak kabul edilmektedir (Gibson Roberfroid, 1995).



Şekil 3. Meyve sebze yan ürünlerinin diyet lifi/prebiyotik olarak kullanımı (Pop ve ark., 2021).

Bir bileşiğin prebiyotik olarak kabul edilmesi için üç ana kriter dikkate alınmaktadır: mide asiditesine dirençli olması (i), kolon mikrobiyotasında fermantasyona uğraması (ii) ve bağırsak florasındaki bakterilerin seçici olarak uyarması (iii) (Gibson ve ark., 2004). Prebiyotikler, yararlı mikroorganizma olarak adlandırılan probiyotiklere hizmet ederek çoğalmalarını teşvik etmektedir. Her ne kadar probiyotiklerin ve prebiyotiklerin rolleri birbirinden farklı olsa da bağırsak sağlığı için uyum içerisinde çalışmaktadırlar (Hill ve ark., 2014).

SONUÇ

Bu çalışmada, meyve ve sebze atık/yan ürün yönetimi ve değerlendirme yöntemleri vurgulanmaktadır. Aynı zamanda da çeşitli endüstrilerde kullanıldıklarında büyük potansiyel faydaları olan ve gıda atıklarında bulunan karotenoidler, fenolik bileşikler gibi biyoaktif bileşenleri de anlatmaktadır. Bilindiği üzere, Dünya'da büyük miktarda gıda atığı üretilmektedir. Üretim sonrasında meydana gelen atıkların geleneksel ve biyoteknolojik yöntemlerle işlenerek kısmen önlenmektedir. Bu kapsam meyve/sebze gibi gıda endüstrilerinin gıda atık yönetiminde iyileştirmeye yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmakta ve ''sıfır atık'' kavramı giderek önem kazanan bir konu haline gelmektedir. Atıkların biyotransformasyonu ile gıda, nutrasotik gibi endüstrilerdeki ürünlerin biyolojik faaliyetlerinin iyileştirilmesine ve yan ürünlerdeki bileşiklerin ekstraksiyonu ile yeni ürünlerin geliştirilmesine zemin hazırlanmaktadır. Aynı zamanda fonksiyonel ürünlerin üretimi için de farklı bir endüstri kurma fırsatına katkı sağlayarak katma değerli ürünlerin satışı ile ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Ascacio-Valdés, J. A., Buenrostro, J. J., De la Cruz, R., Sepúlveda, L., Aguilera, A. F., Prado, A., . . . Aguilar, C. N. (2014). Fungal biodegradation of pomegranate ellagitannins. *Journal of Basic Microbiology, 54*(1), 28-34.

Balasundram, N., Sundram, K., & Samman, S. (2006). Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry, 99*(1), 191-203.

Campos, D. A., Coscueta, E. R., Valetti, N. W., Pastrana-Castro, L. M., Teixeira, J. A., Picó, G. A., & Pintado, M. M. (2019). Optimization of bromelain isolation from pineapple byproducts by polysaccharide complex formation. *Food Hydrocolloids, 87*, 792-804.

Campos, D. A., Gómez-García, R., Vilas-Boas, A. A., Madureira, A. R., & Pintado, M. M. (2020). Management of fruit industrial by-products—a case study on circular economy approach. *Molecules, 25*(2), 320.

Cecilia, J. A., García-Sancho, C., Maireles-Torres, P. J., & Luque, R. (2019). Industrial food waste valorization: a general overview. *Biorefinery*, 253-277.

Chang, J. I., & Chen, Y. (2010). Effects of bulking agents on food waste composting. *Bioresource technology, 101*(15), 5917-5924.

Choi, J.-M., Han, S.-S., & Kim, H.-S. (2015). Industrial applications of enzyme biocatalysis: Current status and future aspects. *Biotechnology advances, 33*(7), 1443-1454.

Choy, S. Y., Wang, K., Qi, W., Wang, B., Chen, C.-L., & Wang, J.-Y. (2015). Co-composting of horticultural waste with fruit peels, food waste, and soybean residues. *Environmental technology, 36*(11), 1448-1456.

Da Costa, J. P. (2017). A current look at nutraceuticals–Key concepts and future prospects. *Trends in Food Science & Technology, 62*, 68-78.

Day, L., Seymour, R. B., Pitts, K. F., Konczak, I., & Lundin, L. (2009). Incorporation of functional ingredients into foods. *Trends in Food Science & Technology, 20*(9), 388-395.

Directive, C. (1975). Council Directive 75/442/EEC of 15 July 1975 on waste. *Official Journal of the European Communities, 194*, 39-41.

DIRECTIVE, H. A. T. (1991). Council Directive 91/689/EEC of 12 December 1991 on hazardous waste Official Journal L 377, 31 december 1991, pp. 20-27. *Official Journal L, 377*, 20-27.

Dueñas, M., & García-Estévez, I. (2020). Agricultural and food waste: Analysis, characterization and extraction of bioactive compounds and their possible utilization. In (Vol. 9, pp. 817): MDPI.

Elik, A., Yanik, D. K., Istanbullu, Y., Guzelsoy, N. A., Yavuz, A., & Gogus, F. (2019). Strategies to reduce post-harvest losses for fruits and vegetables. *Strategies, 5*(3), 29-39.

Esparza, I., Jiménez-Moreno, N., Bimbela, F., Ancín-Azpilicueta, C., & Gandía, L. M. (2020). Fruit and vegetable waste management: Conventional and emerging approaches. *Journal of Environmental Management, 265*, 110510.

Galanakis, C. (2020). Food waste valorization opportunities for different food industries. In *The interaction of food industry and environment* (pp. 341-422): Elsevier.

Galanakis, C. M. (2012). Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends in Food Science & Technology, 26*(2), 68-87.

Gibson, G. R., Probert, H. M., Van Loo, J., Rastall, R. A., & Roberfroid, M. B. (2004). Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition research reviews, 17*(2), 259-275.

Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of nutrition, 125*(6), 1401-1412.

Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). Global food losses and food waste. In: FAO Rome.

Gülcü, M., Uslu, N., Özcan, M. M., Gökmen, F., Özcan, M. M., Banjanin, T., . . . Ceylan, D. A. (2019). The investigation of bioactive compounds of wine, grape juice and boiled grape juice wastes. *Journal of Food Processing and Preservation, 43*(1), e13850.

Haminiuk, C. W., Maciel, G. M., Plata-Oviedo, M. S., & Peralta, R. M. (2012). Phenolic compounds in fruits–an overview. *International Journal of Food Science & Technology, 47*(10), 2023-2044.

Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., . . . Salminen, S. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*.

Hollman, P. C. H., & Katan, M. B. (1999). Dietary flavonoids: intake, health effects and bioavailability. *Food and chemical toxicology, 37*(9-10), 937-942.

Hussain, S., Jõudu, I., & Bhat, R. (2020). Dietary fiber from underutilized plant resources—A positive approach for valorization of fruit and vegetable wastes. *Sustainability, 12*(13), 5401.

Jara-Palacios, M. J., Hernanz, D., Cifuentes-Gomez, T., Escudero-Gilete, M. L., Heredia, F. J., & Spencer, J. P. (2015). Assessment of white grape pomace from winemaking as source of bioactive compounds, and its antiproliferative activity. *Food Chemistry, 183*, 78-82.

Kosseva, M. (2009). Processing of food wastes; Chapter 3. *Adv. Food Nutr. Res, 58*, 57-136.

Kosseva, M. R. (2013). Recent European legislation on management of wastes in the food industry. In *Food industry wastes* (pp. 3-15): Elsevier.

Kumar, K., Yadav, A. N., Kumar, V., Vyas, P., & Dhaliwal, H. S. (2017). Food waste: A potential bioresource for extraction of nutraceuticals and bioactive compounds. *Bioresources and Bioprocessing, 4*(1), 1-14.

Laufenberg, G., Kunz, B., & Nystroem, M. (2003). Transformation of vegetable waste into value added products::(A) the upgrading concept;(B) practical implementations. *Bioresource technology, 87*(2), 167-198.

Litchfield, J. H. (1987). Microbiological and enzymatic treatments for utilizing agricultural and food processing wastes. *Food Biotechnology, 1*(1), 29-57.

Ma, Y., Yin, Y., & Liu, Y. (2017). A holistic approach for food waste management towards zero-solid disposal and energy/resource recovery. *Bioresource technology, 228*, 56-61.

Ng, H. S., Kee, P. E., Yim, H. S., Chen, P.-T., Wei, Y.-H., & Lan, J. C.-W. (2020). Recent advances on the sustainable approaches for conversion and reutilization of food wastes to valuable bioproducts. *Bioresource technology, 302*, 122889.

OECD. (2016). *Agricultural policy monitoring and evaluation 2016*: OECD publishing.

Oreopoulou, V., & Tzia, C. (2007). Utilization of plant by-products for the recovery of proteins, dietary fibers, antioxidants, and colorants. In *Utilization of by-products and treatment of waste in the food industry* (pp. 209-232): Springer.

Otles, S., Despoudi, S., Bucatariu, C., & Kartal, C. (2015). Food waste management, valorization, and sustainability in the food industry. In *Food waste recovery* (pp. 3-23): Elsevier.

Pop, C., Suharoschi, R., & Pop, O. L. (2021). Dietary fiber and prebiotic compounds in fruits and vegetables food waste. *Sustainability*, *13*(13), 7219.

Rao, A. V., & Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological research*, *55*(3), 207-216.

Ravindran, R., & Jaiswal, A. K. (2016). Exploitation of food industry waste for high-value products. *Trends in biotechnology*, *34*(1), 58-69.

Russ, W., & Schnappinger, M. (2007). Waste related to the food industry: A challenge in material loops. In *Utilization of by-products and treatment of waste in the food industry* (pp. 1-13): Springer.

Sagar, N. A., Pareek, S., Sharma, S., Yahia, E. M., & Lobo, M. G. (2018). Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, *17*(3), 512-531.

Salemdeeb, R., Zu Ermgassen, E. K., Kim, M. H., Balmford, A., & Al-Tabbaa, A. (2017). Environmental and health impacts of using food waste as animal feed: a comparative analysis of food waste management options. *Journal of cleaner production*, *140*, 871-880.

Salihoglu, G., Salihoglu, N. K., Ucaroglu, S., & Banar, M. (2018). Food loss and waste management in Turkey. *Bioresource technology*, *248*, 88-99.

Shilev, S., Naydenov, M., Vancheva, V., & Aladjadjiyan, A. (2007). Composting of food and agricultural wastes. In *Utilization of by-products and treatment of waste in the food industry* (pp. 283-301): Springer.

Tatlidil, F., Dellal, I., & Bayramoglu, Z. (2013). Food losses and waste in Turkey. *Food and Agriculture Organization of the UN, Food Losses and Waste in Europe and Central Asia, component of the Agrarian Structures Initiative, a regional program of FAO in Europe and Central Asia*.

Thebaudin, J., Lefebvre, A., Harrington, M., & Bourgeois, C. (1997). Dietary fibres: nutritional and technological interest. *Trends in Food Science & Technology*, *8*(2), 41-48.

Tomás-Barberán, F., Ferreres, F., & Gil, M. (2000). Antioxidant phenolic metabolites from fruit and vegetables and changes during postharvest storage and processing. *Studies in natural products chemistry*, *23*, 739-795.

Zhang, H., Cheng, J., & Ao, Q. (2021). Preparation of alginate-based biomaterials and their applications in biomedicine. *Marine Drugs*, *19*(5), 264.

Zhou, Q., Yang, L., Xu, J., Qiao, X., Li, Z., Wang, Y., & Xue, C. (2018). Evaluation of the physicochemical stability and digestibility of microencapsulated esterified astaxanthins using in vitro and in vivo models. *Food chemistry*, *260*, 73-81.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Gıda Atık Yönetiminde Kayısı Posasının Değerlendirilmesi

Melike Vurmaz[1*] (0000-0001-5162-7514), Yasemin Kaya[2] (0000-0003-2760-8959)

[*1]Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Bayburt, Türkiye
[2]Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Erzurum, Türkiye

*melike_vurmaz@outlook.com

Özet

Dünyada ve ülkemizde nüfusun artmasıyla birlikte gıda üretimleri de artmaktadır. Bu durum beraberinde gıda atıklarının çevreye atılması oranını da artırmaktadır. Çevreye atılan bu atıklar ciddi çevre sorunlarına sebep olmaktadır. Gıda atıklarının neden olduğu çevre sorunlarını engellemek için gelişen teknoloji ile farklı araştırılmalar yapılmaktadır. Birçok alanda gıda sanayisi olduğu için üretim sonucu farklı atıklar meydana gelmektedir ve her atık farklı bir şekilde değerlendirilmektedir. Gıda sanayinde büyük bir alana sahip olan meyve suyu üretimi de çevresel sorunlara sebep olabilecek atıklar oluşturmaktadır. Fakat meyve suyu üretiminde sonra oluşan meyve posaları içerdikleri diyet lifleri, antioksidan bileşikleri ve fenolik bileşikler gibi önemli maddeler içerdikleri için özellikle insan sağlığı üzerinde iyileşmeler sağlamaktadır. Ülkemizde çeşitli meyveler meyve suyu üretiminde kullanılmaktadır. Bu meyvelerden kayısı da ülkemizde yüksek miktarda yetiştirilmektedir. Kayısı içerdiği protein, karbonhidrat, yağ, vitamin ve mineral gibi zengin besin içeriğine sahiptir. Ayrıca içerdiği diyet lifleri, antioksidan bileşikleri ve fenolik bileşikler nedeniyle posasının değerlendirilmesi gerekmektedir. Kayısı posasının çeşitli gıda ürünlerinin işlenmesinde kullanıldığında yarar sağladığı da yapılan araştırmalar sonucunda bulunmuştur. Kayısı posasının zengin besin içeriğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri ile birlikte katılan ürünlerde olumlu iyileşmeler sağlaması nedeniyle fonksiyonel ürün olarak da değerlendirilmektedir. Böylelikle meyve posasından kaynaklanan gıda atıklarının azaltılması ve katma değeri yüksek gıda ürünlerin üretilmesinin de artırılması sağlanabilir.

Anahtar Kelimeler: Kayısı posası, diyet lifi, fenolik bileşik, antioksidan.

Evaluation of Apricot Pulp in Food Waste Management

Abstract

Food production increases with the increase in the world population as well as in our country. Consequently, the rate of discharging food waste into the environment also increased. These wastes, which are thrown into the environment, cause serious environmental problems. In order to prevent environmental problems caused by food waste, several studies were carried out depending on recent technology. Different food industries release different wastes and each waste should be utilized in a different way. Fruit juice production, which is an important part of the food industry, also generates waste that can cause environmental problems. However, fruit pulp that is resulted during the production of fruit juice can improve human health due to its content of valuable substances such as dietary fibers, antioxidant compounds and phenolic compounds. Apricot is one of the various fruits used for the production of fruit juice and is grown in high quantities in our country. Apricot has rich nutritional content such as protein, carbohydrates, fat, vitamins and minerals. However, the apricot pulp should be utilized due to its content of dietary fibers, antioxidant compounds and phenolic compounds. Moreover, some studies mentioned the potential uses of apricot pulp in processing various food products. Due to its positive effects on human health and the quality of fortified products, the apricot pulp is considered as a functional product. Accordingly, food waste generated from fruit pulp will be reduced as well as high-value-added food products could be produce.

Keywords: Apricot pulp, dietary fiber, phenolic compound, antioxidant.

GİRİŞ

Endüstriyel olarak üretimi gerçekleştirilen gıda ürünlerinde üretimle birlikte gıda atıkları da meydana gelmektedir. Meydana gelen bu gıda atıkları çevreye atılması sonucu ciddi çevre sorunlarına neden olmaktadır. Gıda alanındaki sanayileşmenin ülkenin nüfusunun artmasına paralel olarak gıda atıklarının artışına da sebep olmaktadır. Bu atıkların çevreye vermiş olduğu zarar göz önüne alındığında meyve atıklarının değerlendirilmesi için çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Dünya çapında üretim sonucu açığa çıkan gıda atıkları genellikle hayvan yemi ve gübre üretimde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Deniz ve Hiç, 2019; Yağcı ve ark., 2006).

Gıda sanayinde atık maddeleri hayvansal ve bitkisel kaynaklı olmaktadır. Hayvansal kaynaklı atıklar et, süt ve balık işleme endüstrilerinde meydana gelirken bitkisel kaynaklı atıklar ise tahıllar, kökler ve yumrular, yağ içeren bitkiler, bakliyat, meyve ve sebze işleme endüstrilerinde oluşmaktadır. Gıda sanayilerindeki oluşan bu atıkların içeriğindeki zengin bileşenlerin mevcut teknolojiler kullanılarak geri kazanılması çevre kirliliği sorununu azaltmasının yanı sıra fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanılmasına da olanak sağlayabilir (Galanakis, 2012).

Gıda endüstrisinde özellikle meyve suyu üretimi sonrasında oluşan yan ürünler yüksek nem içeriğine sahip oldukları için mikrobiyal bozulmalara daha eğilimlidir. Çevresel sorunlara neden olan bu atıklar müdahale edilmediğinde çevresel sorunların yanında üretim yapılan yerlerde atıkların arıtılması için ek maliyet oluşturabilir (Kosseva ve Webb, 2020).

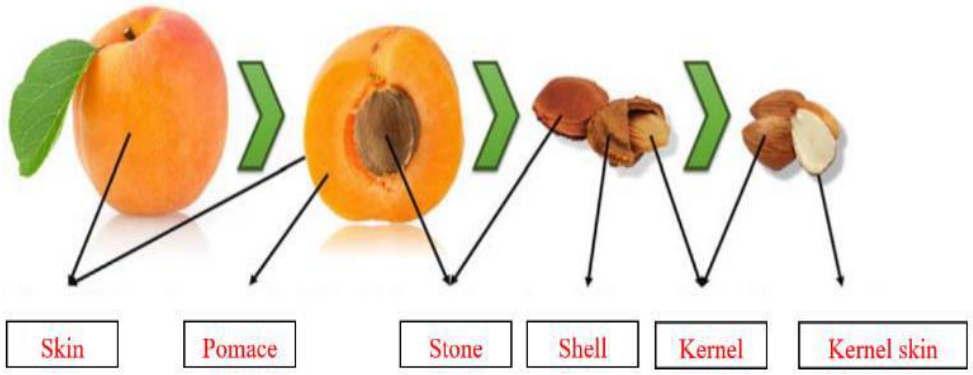
1. Meyve Suyu Üretiminde oluşan Atıklar

Meyvelerin sıkılması sonucu kabuk, çekirdek ve posadan ayrılmış kısmı olarak nitelendirilen meyve suyu Türkiye' de oldukça geniş alanda üretimi yapılmaktadır ve üretimi esnasında yaş meyvenin %45-50 aralığında meyve atığı meydana gelmektedir (Deveci, 2008). Meyvelerin işlenmelerinde sonra kabuklar, tohumlar ve çekirdekler gibi atık maddeler oluşmaktadır. Meydana gelen bu yan ürünler çevreye atılmaları genellikle mikrobiyal bozulmalara neden olduğu için çevrede büyük bir sorun oluşmasına neden olmaktadır. Atıkların çevreye zararını önlemek amacıyla depolama ve kurutma işlemleri uygulanmaktadır. Fakat bu durum ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Meyve atıklarının diğer bir kullanım alanı ise hayvan yemi ve gübredir. Yine hayvan yemlerinde kullanımı yem talebine bağlıyken gübrelerde ise çevreye etkisi ve maliyeti göz önüne alınmaktadır (Schieber ve ark., 2001).

Meyvelerin işlenmesi sonucu oluşan atıkların değerlendirilmemesi sonucu diyet lifi, antioksidanlar, pektin, çeşitli yağ asitleri ve vitamin gibi besin değeri yüksek bileşenlerinde kullanılmamasına neden olmaktadır (Yağcı ve ark., 2006).

2. Kayısı

Kayısı (*Prunus armeniaca L.*) dünyada genellikle Türkiye, İspanya, İtalya ve Fransa ülkelerinde verimli bir şekilde yetiştirilmektedir (Jiménez ve ark., 2008). Verilere göre kayısı meyvesinin %4.7-7.4 lük kısmı çekirdekten oluşmaktadır (Aziz ve Artık, 1982).



Şekil 1. Kayısı Yan Ürünleri (Kasapoğlu ve ark., 2020).

Kayısı taze, kurutulmuş veya reçel, jöle, marmelat, meyve suyu, nektar ve küspe gibi ürünlere işlenerek tüketilmektedir (Hacıseferoğulları ve ark., 2007).

Tablo 1. 100 g kayısının içerdiği bileşenler (Hussain ve ark., 2012).

Bileşenler	Miktar(100 g)
Protein	1 g
Yağ	0,2 g
Karbonhidrat	12.8 g
B_1 Vitamini	0.03 mg
B_2 Vitamini	0.04 mg
C Vitamini	10 mg
Kalsiyum	17 mg
Fosfor	23 mg
Demir	0.5 mg
Sodyum	1 mg
Potasyum	281 mg
A Vitamini	2700(I.U)

Besleyici ve lezzetli özelliklerine sahip olan kayısı fenolik asit yönünden de zengindir. Önemli miktarda provitamin A karotenoid kaynağı olan kayısı, özellikle β-karoten toplam meyvenin %60-70' ini oluşturmaktadır (Tamer, 2018). Kayısı da bulunan polifenoller ve karotenoidlerin antioksidan özellikleri ve kronik hastalıklar üzerinde olumlu etki gösterdiği için büyük önem taşımaktadır (Dragovic-Uzelac ve ark., 2007).

Kayısı, içerdiği tiamin, riboflavin, niasin, pantotenik asit, B6 vitamini, folik asit, ve C vitaminleri açısından lif ve vitamin kaynağıdır. Başlıca içerdiği fenolik bileşiklerden yaygın olarak klojenik asit, neoklorojenik asit, rutin, (+)-katekin ve (-)-epikateşin içermektedir (Jiménez ve ark., 2008). Ayrıca suda çözünen C vitamini, yağda çözünen karotenoidler ve hem hidro hem de lipofilik bileşenler içeren polifenolikler olmak üzere üç tip antioksidan içermektedir (Hegedú´ s ve ark., 2010).

2.1 Diyet Lifi

Meyvelerin işlendikten sonra elde edilen posalar beslenme açısından diyet lifleri, antioksidanlar, yağ asitleri ve vitamin gibi bileşenler içermektedirler (Yağcı ve ark., 2006). Diyet lifleri suda çözünen ve çözünmeyen olmak üzere iki sınıfta incelenmektedir. Suda çözünen diyet lifleri pektin, gamlar, inülin tipi fruktanlar ve farklı hemiselülozlardır. Suda çözünmeyen diyet lifleri ise lignin, selüloz ve farklı hemiselülozlardır (Quiles ve ark.,

2018). Diyet lifi düşük kalorisi ve zengin besin içeriği nedeniyle beslenme uzmanları tarafından tavsiye edilmektedir. Tavsiyelere göre 50 yaşın altındaki kadınların günlük diyet lifi alımı 25g, 50 yaşın üstündeki kadınların 21g, 50 yaşın altındaki erkekler 38g ve 50 yaşın üstündeki erkekler 30 gr almaları uygun görülmüştür (Elleuch ve ark., 2011).

Yapılan araştırmalara göre bitkisel ürünlerin hücre duvarında bulunan diyet lifinin insan sağlığında hiperlipidemi, kardiyovasküler hastalık, hipertansiyon, obezite, belirli kanserler, gastrointestinal bozukluklar ve diyabetin önlenmesinde veya tedavi edilmesinde yardımcı olduğu belirlenmiştir (Anderson ve ark., 1994).

2.2 Fenolik Bileşikler

Birçok meyvenin yapısında şekerler, organik asitler, fenolik bileşikler ve karotenoidler bulunmaktadır. Meyvenin yapısında bulunan bu bileşenler meyve kalitesinin korunmasında ve besin değerinin tanımlanmasında önemli rol almaktadır (Akin ve ark., 2008).

Meyvelerdeki fenolik içeriği sağlık üzerinde iyileştirici etkilerinden dolayı son zamanlarda fenolik içeriği değerlendirilmesi artmıştır. Meyvelerde bulunan fenolik bileşikler; kimyasal özellikleri biyoyararlanımı ve metabolizma üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Yapılan araştırmalarda flavonoid tüketimi kardiyovasküler hastalıklar ve kanser riskini azaltma gibi etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kayısı da fenolik bileşiklerin olduğu da bildirilmiştir (Ruiz ve ark., 2005).

Beslenme de fenolik bileşik içeren besinler tüketimi koroner kalp hastalıkları, kanser hastalıkları üzerine iyileştirici etki göstermesinin yanı sıra antimikrobiyal, antialerjik, antimutajenik, ve antiinflamatuar özellikler de göstermektedir (Kimve ark., 2003).

2.3 Antioksidan

Serbest radikallerin insanlarda oluşturabileceği çeşitli hastalıkları önleyebildiği bilinen antioksidanlar insan vücudunda sentezlenebilenler ve sentezlenemeyenler olarak iki grupta incelenmektedir. İnsan vücudunda sentezlenemeyen doğal antioksidanlar şunlardır: Karotenoidler(likopen, β-karoten, lutein), polifenoller(fenolik asitler ve flavonoidler), vitamin E, vitamin C, çinko, selenyum ve bakırdır. Yapılan araştırmalara göre insan beslenmesinde büyük öneme sahip C vitamini vücutta enzimatik olmayan ve serbest radikalleri yok eden bir antioksidan görevi görmektedir. Vücutta diğer vitaminler ile birleşerek antioksidan etkiyi artırmaktadır. Böylelikle vücutta antioksidan sonucu meydana gelebilecek hastalıkları önleyebilmektedir (Igual ve ark., 2012).

3. Kayısı Posasının Değerlendirilmesi

İşlenmiş kayısı meyvesinde çekirdek dışında kalan posa meyvenin %13-15 kısmını oluşturmaktadır (Aziz ve Artık, 1982). Yapılan araştırmaya göre Malatya da yetiştirilen kayısıların fenolik bileşikler, karotenoidler, şekerler, organik asitler ve mineraller açısından oldukça zengin bileşikleri içerdiği belirlenmiştir. Özellikle Malatya ilinde yetiştirilen kayısıların diğer yerlerde yetiştirilen kayısılara göre toplam fenolik, toplam karoteonid, şeker ve mineral bileşenlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Igual ve ark., 2012).

Katma değeri yüksek olan kayısı meyvesi gıda üretimlerinde uygun şekilde kullanılmadıklarında israf edilmektedir. Aroma içeri ve besin değerinin yüksek olması nedeniyle kayısının gıda üretimlerinde kullanılmaları talep edilmektedir (Kauser ve ark., 2011). Ayrıca kayısı, insan sağlığı açısından önemli olan bileşenler geleceğe ışık tutmaktadır (Seker ve ark., 2009). Kayısı posası içerdiği lifler ve fenolik bileşikler nedeniyle dondurma, işlenmiş peynir ve sosis gibi gıdalarda fonksiyonel gıda maddesi olarak kullanılmaktadır. Polifenoller, tokoferoller, karotenoidler, askorbik asit, flavonoidler ve tanenler gibi aktioksidan içeren bileşikler genellikle bitkilerde bulunmaktadır. Bitkilerde bulunan bu bileşenler nedeniyle bitkisel atıklar ve yan ürünleri antioksidanların ana kaynakları olarak kabul edilmektedir (Kasapoğluve ark., 2020).

Ülkemizde meyve suyu üretimi sonucu açığa çıkan meyve posaları; ekmek, kurabiye, çorba, makarna ve kek gibi ürünlerde un yerine kullanılabilmektedir. Ayrıca yoğurt, reçel, çorba, sos, mayonez ve meyve sularına ilave edilmektedir (Aguedo ve ark., 2012).

Ürünlere fonksiyonel özellik kazandıran diyet lifi, ürünlerin viskozitesi, dokusu, duyusal özellikleri ve raf ömrünü iyileştirme etkisine sahiptir. Ayrıca bu lifler su ve yağ tutma özelliğine sahip olduğu için ürünlerin emülsiyon stabilitelerini iyileştirmek amacıyla ilave edilebilirler (Elleuch ve ark., 2011). Regand and Goff yaptığı çalışmada dondurma üretiminde lif ilavesi dondurma dokusunun iyileştirildiği için erimeye karşı direnç sağlamak ve kristal büyümesini engellemek amacıyla kullanılmıştır (Regand ve Goff, 2003).

Genç. D., yaptığı çalışmada çeşitli meyvelerden elde edilen posaların *S.thermophilus* bakterisinin EPS üretimi üzerinde etkisini incelemek için çeşitli besiyerlerine meyve posalarını ilave etmiştir. Araştırma sonucuna göre EPS üretiminin arttırılmasında en çok etkili olan meyve posasının kayısıya ait olduğu belirlenmiştir (Demet, 2019).

SONUÇ

Kayısı dünyada ve ülkemizde meyve suyu üretiminde kullanılması zamanla artmaktadır. Meyve suyu üretimi sonrası oluşan kayısı posası çevreye atıldığında çevre sorunlarına neden olabilmektedir. Kayısı posalarının değerlendirilmesi için farklı yöntemler araştırılmaktadır. Katma değeri yüksek kayısı posası gıda üretimlerinde kullanılmaları ile ürün kalitesini artırmaktadır. Ayrıca posanın içeriğinde bulunan bileşenler çeşitli hastalıkların iyileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Yapılan araştırmalar göz önünde bulundurulduğunda kayısı posaları gıda üretimlerinde fonksiyonel katkı maddesi olarak kullanılabilir. Farklı teknolojiler kullanılarak besin değeri yüksek ve fonksiyonel ürünler elde etmek hem insan sağlığı üzerinde olumlu bir etki sağlayabilir hem de çevre sorunlarının azalmasına katkı sağlayabilir. Kayısı posalarının daha verimli kullanılması amacıyla çeşitli gıda ürünlerinde kullanımlarının artırılması ekonomik kazançların arttırımasına da katkı sağlayabilir. Ayrıca kayısı posasının gıda ürünlerinde kullanım alanları da genişletilebilir niteliktedir.

KAYNAKLAR

Aguedo, M., Kohnen, S., Rabetafika, N., Bossche, S. V., Sterckx, J., Blecker, C., . . . Paquot, M. (2012). Composition of by-products from cooked fruit processing and potential use in food products. *Journal of Food composition and analysis*, *27*(1), 61-69.

Akin, E. B., Karabulut, I., & Topcu, A. (2008). Some compositional properties of main Malatya apricot (Prunus armeniaca L.) varieties. *Food chemistry*, *107*(2), 939-948.

Anderson, J. W., Smith, B. M., & Gustafson, N. J. (1994). Health benefits and practical aspects of high-fiber diets. *The American journal of clinical nutrition*, *59*(5), 1242S-1247S.

Aziz, E., & ARTIK, N. Kayısı ve Şeftali Palper Posası ile Atılan Besin Ögesi Miktarı. *Gıda, 7*(3).

Demet, G. K. (2019). *Meyve Posalarının Ekzopolisakkarit(EPS) Üretime Etkisinin Araştırılması.* Ankara Üniversitesi, Farmasötik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı

Deniz, M. H., & Hiç, Ö. (2019). Gıda Atıklarının Tarımda Gübre Olarak Kullanılabilme Olanakları Possibilities of Using Food Waste as Fertilizer in Agriculture. *ON EURASIAN ECONOMIES 2019*, 321.

Deveci, E. Ü. (2008). *Portakal Atıklarından Aspergillus niger Filamentli Fungusu Kullanılarak Sitrik Asit Üretiminde Değerlendirilmesi.* Mersin Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı.

Dragovic-Uzelac, V., Levaj, B., Mrkic, V., Bursac, D., & Boras, M. (2007). The content of polyphenols and carotenoids in three apricot cultivars depending on stage of maturity and geographical region. *Food chemistry*, *102*(3), 966-975.

Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food chemistry*, *124*(2), 411-421.

Galanakis, C. M. (2012). Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. *Trends in Food Science & Technology*, *26*(2), 68-87.

Hacıseferoğulları, H., Gezer, I., Özcan, M. M., & MuratAsma, B. (2007). Post-harvest chemical and physical–mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering*, *79*(1), 364-373.

Hegedú´ s, A., Engel, R., Abrankó, L., Balogh, E. k., Blázovics, A., Hermán, R., . . . Stefanovits-Bányai, É. (2010). Antioxidant and antiradical capacities in apricot (Prunus armeniaca L.) fruits: variations from genotypes, years, and analytical methods. *Journal of Food Science, 75*(9), C722-C730.

Hussain, A., Akbar, P. I., & Lamo, K. (2012). Apricot drying: preservation technique currently practiced in Ladakh, India. *Stewart Postharvest Review, 8*(3), 1-6.

Igual, M., García-Martínez, E., Martín-Esparza, M., & Martínez-Navarrete, N. (2012). Effect of processing on the drying kinetics and functional value of dried apricot. *Food Research International, 47*(2), 284-290.

Jiménez, A., Martínez-Tomé, M., Egea, I., Romojaro, F., & Murcia, M. (2008). Effect of industrial processing and storage on antioxidant activity of apricot (Prunus armeniaca v. bulida). *European Food Research and Technology, 227*(1), 125-134.

KASAPOĞLU, E. D., Kahraman, S., & TÖRNÜK, F. (2020). Apricot juice processing byproducts as sources of value-added compounds for food industry. *European Food Science and Engineering, 1*(1), 18-23.

Kauser, S., Saeed, A., Kalim, I., Salariya, A., & Iqbal, M. (2011). Studies on the development and nutritional evaluation of apricot based yoghurt. *Pak. J. Biochem Mol. Biol, 44*, 156-159.

Kim, D.-O., Jeong, S. W., & Lee, C. Y. (2003). Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food chemistry, 81*(3), 321-326.

Kosseva, M., & Webb, C. (2020). *Food industry wastes: assessment and recuperation of commodities*: Academic Press.

Quiles, A., Campbell, G. M., Struck, S., Rohm, H., & Hernando, I. (2018). Fiber from fruit pomace: A review of applications in cereal-based products. *Food Reviews International, 34*(2), 162-181.

Regand, A., & Goff, H. D. (2003). Structure and ice recrystallization in frozen stabilized ice cream model systems. *Food hydrocolloids, 17*(1), 95-102.

Ruiz, D., Egea, J., Gil, M. I., & Tomás-Barberán, F. A. (2005). Characterization and quantitation of phenolic compounds in new apricot (Prunus armeniaca L.) varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53*(24), 9544-9552.

Schieber, A., Stintzing, F. C., & Carle, R. (2001). By-products of plant food processing as a source of functional compounds—recent developments. *Trends in Food Science & Technology, 12*(11), 401-413.

Seker, I. T., Ozboy-Ozbas, O., Gokbulut, I., Ozturk, S., & Koksel, H. (2009). Effects of fiber-rich apple and apricot powders on cookie quality. *Food science and biotechnology, 18*(4), 948-953.

TAMER, C. (2018). A research on the production of green coffee beverage fortified with apricot pulp. *Gıda, 43*(5), 800-811.

Yağcı, S., Altan, A., Göğüş, F., & Maskan, M. (2006). Gıda atıklarının alternatif kullanım alanları. *Türkiye, 9*, 24-26.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Theoretical Properties of 2-[3-(*p*-Methylphenyl)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl]-phenoxyacetic Acide Compound

Fevzi Aytemiz* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5982-9038*), Murat Beytur (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7098-5592*), Haydar Yüksek (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1289-1800*)

* Kafkas University, Faculty of Sciences and Letters, Department of Chemistry, Kars, Türkiye

* Corresponding author e-mail: fevziaytemiz53@gmail.com

Abstract

In the present theoretical study, the 2-[3-(*p*-methylphenyl)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl]-phenoxyacetic acide compound optimized by B3PW91/6-311G(d.p) basis set using the Gaussian G09W package program. IR frequencies of the synthesized Schiff base derivative were calculated with B3PW91/6-311G(d.p) basis set. The veda4f program used in defining IR data which were calculated theoretically. Theoretically calculated IR frequency values were multiplied with appropriate scale factors. The data obtained according to DFT/ B3PW91 method are formed using theoretical infrared spectrum. ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR isotropic shift values were calculated according to the method of GIAO. Experimental and theoretical values were inserted into the graphic according to equitation of δ exp=a+b. δ calc. The standard error values were found via SigmaPlot program with regression coefficient of a and b constants. The spectroscopic data of related compound were calculated by 6-311G(d,p) basis set with density functional method (DFT/B3PW91) and compared with experimental values. The thermodynamic parameters, HOMO and LUMO energies, Mulliken atomic charges of 2-[3-(*p*-methylphenyl)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl]-phenoxyacetic acide has been investigated by using Gaussian 09W program.

Keywords: Schiff base, B3LYP, spectroscopic, thermodynamic, Mulliken

INTRODUCTION

Heterocyclic bases are defined as cyclic compounds consisting of carbon and heteroatom(s) within a ring (Beytur et al., 2019). They exhibit a variety of chemical (Beytur and Avinca, 2021; Beytur, 2020; Uğurlu and Beytur, 2020) and biological applications as a result of their structural diversity (Beytur and Avinca, 2021; Bahçeci et al., 2016; Aktaş Yokuş et al., 2017; Koç et al. 2019). In the present study, 2-[3-(*p*-methylphenyl)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl]-phenoxyacetic acide was optimized by using 6-311G(d,p) basis set of the B3PW91method (Frisch et al., 2009; Frisch, Nielson and Holder, 2003). ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR isotropic shift values were calculated by the method of GIAO. Experimental and theoretical values were inserted into the grafic according to equatation of δ exp=a+b. δ calc. The standard error values were found via SigmaPlot program with regression coefficient of a and b constants. The vibrational frequencies, atomic charges and frontier molecule orbitals (HOMO and LUMO) of the titled compound have been calculated by using B3PW91 method with 6-311G(d,p) basis set. All quantum chemical calculations were carried out by using Gaussian09W program package and the GaussView molecular visualization program (Frisch et al., 2009; Frisch, Nielson and Holder, 2003). The vibrational calculations of the molecule was computed by using B3LYP (Becke, 1993) density functional method with 6-311G(d,p) basis set in ground state. IR absorption frequencies of the titled compound were calculated by the same basis set. Then, they were compared with experimental data (Çiftçi et al., 2018) which are shown to be accurate. Infrared spectrum was composed by using the data obtained from the method. The assignments of fundamental vibrational modes of the titled compound were performed on the basis of total energy distribution (TED) analysis by using veda4f program (Jamroz, 2004). Also, the molecular structure, the highest occupied molecular orbital-lowest unoccupied molecular orbital (HOMO-LUMO), ionization potential, electron affinity, energy gap, electronegativity, molecular hardness, molecular softness, chemical potential, electrophilic index and nucleophilic index and Mulliken atomic charges of the titled compound have been investigated by the same basis set. Thermodynamic properties of analyzed molecule were calculated by the same basis set.

MATERIALS AND METHODS

Gaussian09W program package was used for the DFT calculations (Frisch et al., 2009). The visualization for the verification of the optimized molecular structure was performed using the Gaussview program (Frisch, Nielson and Holder, 2003). The geometry optimization of the titled compound was performed by using B3LYP method with 6-311G(d) basis set. The GIAO (Gauge-Including Atomic Orbital) ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shift values in DMSO were calculated by the same basis set. The standard error rate was calculated according to δ calc=a δexp + b formula. The spectral data of the titled compound were carried out with the same basis set. The veda4f program was used for identification of calculated IR data (Çiftçi et al., 2018). Then, theoretically, the HOMO, LUMO energies, Mulliken atomic charges, the atomic charges, dipole moments and thermodynamically parameters were calculated.

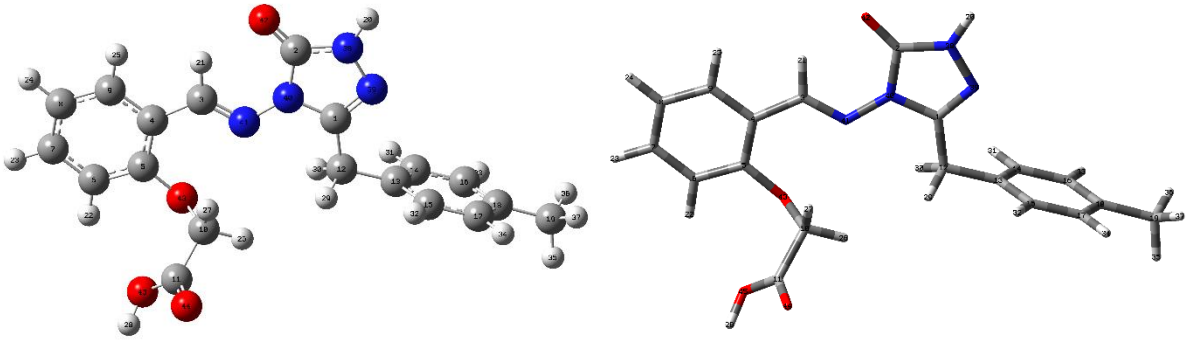


Figure 1. Optimized molecular structure of titled compound with B3LYP/ 6-311G(d) level.

RESULTS and DISCUSSION

NMR spectral analysis

In nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy, the isotropic chemical shift analysis allows us to identify relative ionic species and to calculate reliable magnetic properties which provide the accurate predictions of molecular geometries (Rani et al., 2010; Subramanian, Sundaraganesan and Jayabharathi, 2010; Wade, 2006). In this framework, the optimized molecular geometry of the 2-[3-(*p*-methylphenyl)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl]-phenoxyacetic acide was obtained by using B3LYP method with 6-311G(d) basis level in DMSO solvent. By considering the optimized molecular geometry of the titled compound the ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shift values were calculated at the same level by using Gauge-Independent Atomic Orbital (GIAO) method. Theoretically and experimentally values (Çiftçi et al., 2018) were plotted according to δ exp=a. δ calc.+ b, Eq. a and b constants regression coefficients with a standard error values were found using the SigmaPlot program.

Table 1. Theoretically and experimentally ^{13}C and ^{1}H-NMR (B3LYP/(DMSO)) chemical shift values of the titled molecule according to the TMS standard (δ/ppm)

No	Experimen.	DFT/DMSO	Diff./DMSO	No	Experim.	DFT/DMSO	Diff./DMSO
C1	146,92	153,42	-6,50	H20	11,95	7,70	4,25
C2	149,26	152,87	-3,61	H21	10,02	10,47	-0,45
C3	151,90	156,59	-4,69	H22	7,02	7,89	-0,87
C4	122,33	131,65	-9,32	H23	7,47	7,76	-0,29
C5	157,60	160,93	-3,33	H24	7,08	7,62	-0,54
C6	121,76	130,31	-8,55	H25	7,87	7,69	0,18
C7	133,22	135,61	-2,39	H26	4,84	4,65	0,19
C8	113,26	128,60	-15,34	H27	4,84	5,00	-0,16
C9	133,27	140,60	-7,33	H28	13,13	6,85	6,28
C10	65,25	78,36	-13,11	H29	4,01	4,11	-0,10
C11	170,38	173,63	-3,25	H30	4,01	4,16	-0,15
C12	31,16	42,41	-11,25	H31	7,2	7,50	-0,30
C13	126,12	134,96	-8,84	H32	7,2	7,58	-0,38
C14	129,48	133,05	-3,57	H33	7,11	7,52	-0,41
C15	129,48	133,78	-4,30	H34	7,11	7,54	-0,43
C16	129,09	132,23	-3,14	H35	2,25	2,68	-0,43
C17	129,09	132,03	-2,94	H36	2,25	2,29	-0,04
C18	136,21	141,58	-5,37	H37	2,25	2,35	-0,10
C19	21,08	29,87	-8,79				

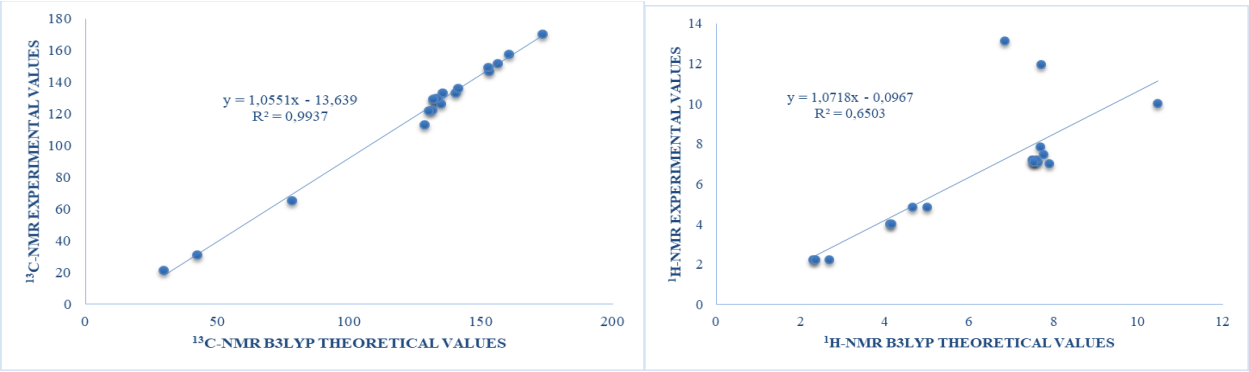


Figure 2. The correlation graphics for ^{13}C-NMR (DMSO), ^{1}H-NMR (DMSO), chemical shifts of the titled compound.

Vibrational frequencies

The titled compound has 45 atoms and the number of the normal vibrations are 129. The observed and calculated vibrational frequencies, the calculated IR intensities and assignments of vibrational frequencies for titled compound are summarized in Table **2**.

Table 2. The calculated and experimental frequency values and selected vibrational frequencies of the titled compound

Selected Vibrational Frequencies	**Experimental**	**B3PW91**
HCCC (25)	756	741
δ HCC (30), δ HCOC (31	879	893
ν OOC (6)	1242	1326
ν NC (10)	1595	1573
ν NC (62)	1595	1589
ν OC (92)	1681	1731
ν OC (92)	1706	1754
ν CH (100)	3181	3033
ν CH (100)	3181	3052
ν CH (100)	3181	3075
ν NH (100)	3181	3515
ν OH (100)	3304	3562

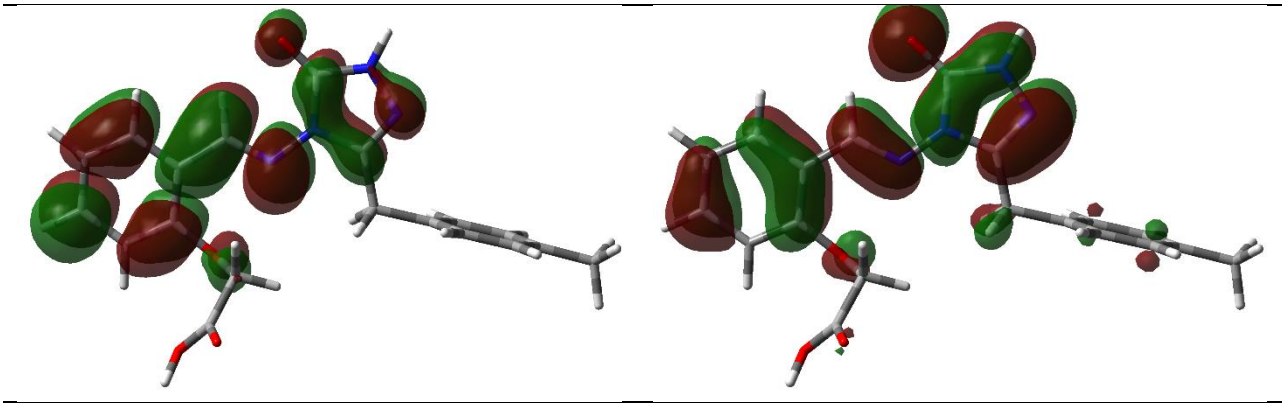
ν, stretching; δ, bending; γ, out-of-plane bending; τ, torsion



Figure 3. The IR spectrum of the titled compound

Electronic and Thermodynamic Properties

Theoretical, the molecular structure, the highest occupied molecular orbital-lowest unoccupied molecular orbital (HOMO-LUMO) (Figure 4), Mulliken atomic charges (Table 3) and thermodynamical parameters (Table 4) of the titled compound has been investigated.



E_{LUMO}: -1.658 eV **E_{HOMO}:** -6.013 eV

Figure 4. Calculated HOMO-LUMO shapes of the titled compound by B3PW91 method 6-311G(d.p) basis set

Table 3. Mulliken atomic charges of the titled compound

Atoms	B3PW91	Atoms	B3PW91	Atoms	B3PW91
1C	0.54197	**16C**	-0.11988	**31H**	0.08135
2C	0.82130	**17C**	-0.12004	**32H**	0.08184
3C	0.09997	**18C**	0.12584	**33H**	0.07742
4C	0.11900	**19C**	-0.381134	**34H**	0.07778
5C	0.26063	**20H**	0.28939	**35H**	0.12596
6C	-0.09062	**21H**	0.16396	**36H**	0.11399
7C	-0.09190	**22H**	0.11206	**37H**	0.11490
8C	-0.08298	**23H**	0.09602	**38N**	-0.43507
9C	-0.15359	**24H**	0.09419	**39N**	-0.33302
10C	-0.00295	**25H**	0.10485	**40N**	-0.41916
11C	0.54281	**26H**	0.14979	**41N**	-0.32647
12C	-0.31998	**27H**	0.14401	**42O**	-0.54153
13C	0.12423	**28H**	0.32516	**43O**	-0.52021
14C	-0.10973	**29H**	0.13472	**44O**	-0.45469
15C	-0.10180	**30H**	0.14561	**45O**	-0.46399

Table 4. The thermodynamic properties of the titled compound

Rotational temperatures (Kelvin)	**B3PW91**
A	0.0134
B	0.0046
C	0.0037
Rotational constants (GHZ)	
A	0.2787
B	0.0963
C	0.0775
Zero-point vibrational energy (Kcal/Mol)	220.101
Thermal correction to Energy	0.3752
Thermal correction to Enthalpy	0.3762
Thermal correction to Gibbs Free Energy	0.2910
Sum of electronic and zero-point Energies	-1254.4121
Sum of electronic and thermal Energies	-1254.3876
Sum of electronic and thermal Enthalpies	-1254.3867
Sum of electronic and thermal Free Energies	-1254.4719
Thermal Energies E(Kcal/mol)	
Translational	0.889
Rotational	0.889
Vibrational	233.693
Total	235.471
Thermal Capacity CV(Cal/Mol-Kelvin	
Translational	2.981
Rotational	2.981
Vibrational	85.294
Total	91.256
Entropy S (Cal/Mol-Kelvin)	
Translational	43.587
Rotational	26.289
Vibrational	99.528
Total	179.404

CONCLUSION

In the present study, the structure of the 2-[3-(*p*-methylphenyl)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl]-phenoxyacetic acide is characterized by using ^{1}H, ^{13}C NMR and FT-IR, spectroscopic methods both experimentally and theoretically. The ^{1}H, ^{13}C NMR chemicals shifts, vibrational frequencies, HOMO and LUMO analyses and atomic charges of titled molecule synthesized have been calculated by using DFT/ B3PW9**1** method. By considering the results of experimental works it can be easily stated that the ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shifts, vibrational frequencies spectroscopic parameters obtained theoretically are in a very good agreement with the experimental data. Finally, thermodynamical parameters were calculated.

REFERENCES

Aktaş-Yokuş Ö, Yüksek H, Manap S, Aytemiz F, Alkan M, Beytur M, Gürsoy-Kol Ö 2017. In-vitro biological activity of some new 1,2,4-triazole derivatives with their potentiometric titrations, Bulgarian Chemical Communications, 49:, 98-106.

Bahçeci Ş. Yıldırım N, Gürsoy-Kol Ö, Manap S, Beytur M, Yüksek H 2016. Synthesis, characterization and antioxidant properties of new 3-alkyl (aryl)-4-(3-hydroxy-4-methoxybenzylidenamino)-4, 5-dihydro-1H-1, 2, 4-triazol-5-ones, Rasayan Journal of Chemistry, 9: 494-501.

Becke AD 1993. Density functional thermochemistry. III. The role of exact exchange. The Journal of Chemical Physics. 98: 5648.

Beytur M 2020. Fabrication Of Platinum Nanoparticle/Boron Nitride Quantum Dots/6-Methyl-2-(3-Hydroxy-4-Methoxybenzylidenamino)-Benzothiazole (Ils) Nanocomposite For Electrocatalytic Oxidation Of Methanol, Journal of the Chilean Chemical Society. 65: 4929-4933.

Beytur M, Avinca I 2021. Molecular, Electronic, Nonlinear Optical and Spectroscopic Analysis of Heterocyclic 3-Substituted-4-(3-methyl-2-thienylmethyleneamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-ones: Experiment and DFT Calculations. Heterocyclic Communications, 27: 1-16.

Beytur M, Irak ZT, Manap S, Yüksek H 2019. Synthesis, characterization and theoretical determination of corrosion inhibitor activities of some new 4,5-dihydro-1H-1,2,4-Triazol-5-one derivatives. Heliyon, 5, e01809.

Çiftçi E, Beytur M, Calapoğlu M, Gürsoy Kol Ö, Alkan M, Toğay VA, Manap S, Yüksek H 2018. Synthesis, Characterization, Antioxidant and Antimicrobial Activities and DNA Damage of Some Novel 2-[3-alkyl (aryl)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl]-phenoxyacetic acids in Human Lymphocytes, Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences, 9(5): 1760-1771.

Frisch A, Nielson AB, Holder AJ 2003.Gaussvıew User Manual, Gaussian, Inc., Wallingford, CT.

Frisch MJ, Trucks GW, Schlegel HB, Scuseria GE, Robb MA, Cheeseman JR, Scalmani G, Barone V, Mennucci B, Petersson GA, Nakatsuji H, Caricato M, Li X, Hratchian HP, Izmaylov AF, Bloino J, Zheng G, Sonnenberg JL, Hada M, Ehara M, Toyota K, Fukuda R, Hasegawa J, Ishida M, Nakajima T, Honda Y, Kitao O, Nakai H, Vreven T, Montgomery JA, Vreven T, Peralta JE, Ogliaro F, Bearpark M, Heyd JJ, Brothers E, Kudin N, Staroverov VN, Kobayashi R, Normand J, Raghavachari K, Rendell A, Burant JC, Iyengar SS, Tomasi J, Cossi M, Rega N, Millam JM, Klene M, Knox JE, Cross JB, Bakken V, Adamo C, Jaramillo J, Gomperts R, Stratmann RE, Yazyev O, Austin AJ, Cammi R, Pomelli C, Ochterski JW, Martin LR, Morokuma K, Zakrzewski VG, Voth GA, Salvador P, Dannenberg JJ, Dapprich S, Daniels AD, Farkas O, Foresman JB, Ortiz JV, Cioslowski J, Fox DJ 2009. Gaussian Inc., Wallingford, CT.

Jamróz MH 2004. Vibrational Energy Distribution Analysis: VEDA 4 program, Warsaw.

Koç E, Yüksek H, Beytur M, Akyildirim O, Akçay M, Beytur C 2019. Heterosiklik 4, 5-dihidro-1H-1, 2, 4-triazol-5-on Türevinin Antioksidan Özelliğinin Erkek Ratlarda (Wistar albino) İn vivo Olarak Belirlenmesi', Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9: 542-548.

Rani AU, Sundaraganesan N, Kurt M, Çınar M, Karabacak M 2010. FTIR and FTRaman spectra, assignments, ab initio HF and DFT analysis of 4-nitrotoluene, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 75: 1523–1529.

Subramanian N, Sundaraganesan N, Jayabharathi J 2010. Molecular structure, spectroscopic (FT-IR, FT-Raman, NMR, UV) studies and first-order molecular hyperpolarizabilities of 1,2-bis(3-methoxy-4-hydroxybenzylidene)hydrazine by density functional method, Spectrochim Acta Part A, 76: 259-269.

Turhan Irak Z, Beytur M 2019. 4-Benzilidenamino-4,5-dihidro-1H-1, 2, 4-triazol-5-on Türevlerinin Antioksidan Aktivitelerinin Teorik Olarak İncelenmesi. Journal of the Institute of Science and Technology, 9 (1): 512-521.

Uğurlu G, Beytur M 2020. Theoretical Studies on The Structural, Vibrational, Conformational Analysis and Nonlinear Optic (NLO) Property of 4-(Methoxycarbonyl) Phenylboronic Acid. Indian Journal of Chemistry-Section A, 59 (10): 1504-1512

Wade Jr LG 2006. Organic Chemistry, 6nd ed.; Pearson Prentice Hall: New Jersey.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Acidic properties of 3-alkyl(aryl)-4-[3-(2,5-dichlorobenzenesulfonyloxy)benzylidenamino]-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones

Fevzi Aytemiz [1*] (*ORCID:* 0000-0002-5982-9038), Haydar Yüksek [2] (*ORCID:* 0000-0003-1289-1800)

[*] Kafkas University, Faculty of Science and Letters, Department of Chemistry, 36100, Kars, Türkiye.

Corresponding author e-mail:*fevziaytemiz53@gmail.com

Abstract

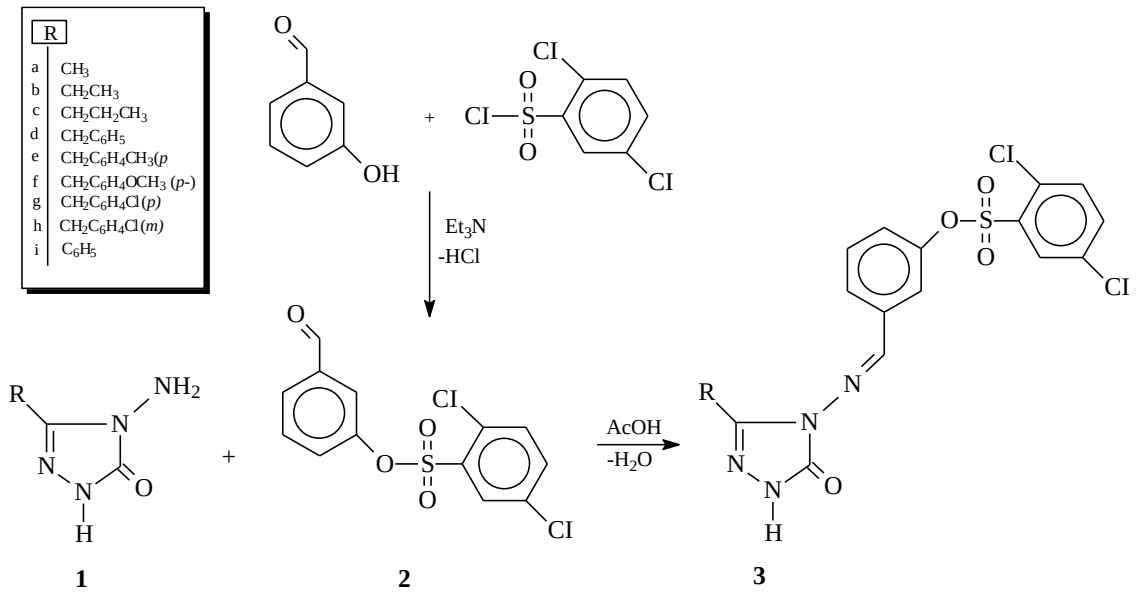
Nine 3-alkyl(aryl)-4-[3-(2,5-dichlorobenzenesulfonyloxy)benzylidenamino]-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-ones (1) were titrated potentiometrically with tetrabutylammonium hydroxide (TBAH) in four non-aqueous solvents such as 2-propanol, *tert*-butyl alcohol, acetone and *N*,*N*-dimethylformamide (DMF), and graphs were drawn for all cases. The half-neutralization potential values (HNP) and the corresponding pK_a values were determined by half neutralization method. Thus, the effects of solvents and molecular structure upon acidity were discussed.

Keywords: 4,5-Dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one, Potentiometric titration, HNP, pK_a.

INTRODUCTION

In recent years, 1,2,4 triazole derivatives have attracted much attention in medical chemistry because of their wide biological activity such as anti-inflammatory (Hamoud et al., 2022; Li et al., 2020), anti-tuberculosis (Küçükgüzel et al., 2008), antibacterial (Wang et al., 2017; Zhang et al., 2019), antihypertensive (Ali et al., n.d.), anticancer (Al-Hussain et al., 2020; Patel et al., 2021), antioxidant (Khokhar et al., 2021; Peng et al., 2021), antifungal (Blokhina et al., 2021; Yu et al., 2015), antiviral (Küçükgüzel et al., 2008; Simurova & Maiboroda, 2021) and antiepileptic (Amanlou et al., 2022) activity. In addition, several articles have been published the synthesis of some 4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one derivatives (Kol & Yuksek, 2010; Yuksek et al., 2005). On the other hand, it is known that 1,2,4-triazole and 4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one rings have weak acidic properties, so some 1,2,4-triazole and 4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one derivatives were titrated potentiometrically with tetrabutylammonium hydroxide in non-aqueous solvents, and the corresponding pKa values of the compounds were determined (Aktas-Yokus et al., 2015; Yueksek & Kol, 2008; Yuksek et al., 2008)

This paper describes the synthesis of a series of 3-alkyl(aryl)-4-[3-(2,5-dichlorobenzenesulfonyloxy)benzylidenamino]-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones **(3)** from the reactions of 3-alkyl(aryl)-4-amino-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones **(1)** with 3-(2,5-dichlorobenzenesulfonoxy)-benzaldehyde **(2)** (Aytemiz, 2020) (Scheme **1**). Moreover, we also examined the potentiometric titrations of the synthesized compounds 3a-i with tetrabutylammonium hydroxide (TBAH) in four non-aqueous solvents (isopropyl alcohol, tert-butyl alcohol, acetone and N,N-dimethylformamide} to determine the corresponding half-neutralization potentials (HNP) and the corresponding pKa values. The data obtained from the potentiometric titrations were interpreted and the effects of molecular structure and solvents were studied.



Scheme 1: Synthesis of compounds of type

MATERIALS AND METHODS

For potentiometric titrations, a Jenway 3040 ion analyser pH meter equipped with an Ingold pH electrode was used in this study. A 0.001 M solution in each non-aqueous solvent was prepared separately for each compound titrated. As a titrant, a 0.05 M solution of TBAH in isopropyl alcohol, which is commonly used in acid titration, was used. The mV readings from the pH meter were recorded. Finally, by plotting the volume (mL) (TBAH)-mV graph, the half-neutralization potential (HNP) values were determined.

RESULTS AND DISCUSSION

The pKa values of compounds 3a-j were determined by potentiometric titration with TBAH in four non-aqueous solvents: isopropyl alcohol, tert-butyl alcohol, acetone, and DMF. The mV values measured in each titration were plotted against the volume of 0.05 M TBAH added, and potentiometric titration curves were obtained for all cases. The HNP values were determined from the titration curves, and the corresponding pKa values were calculated.

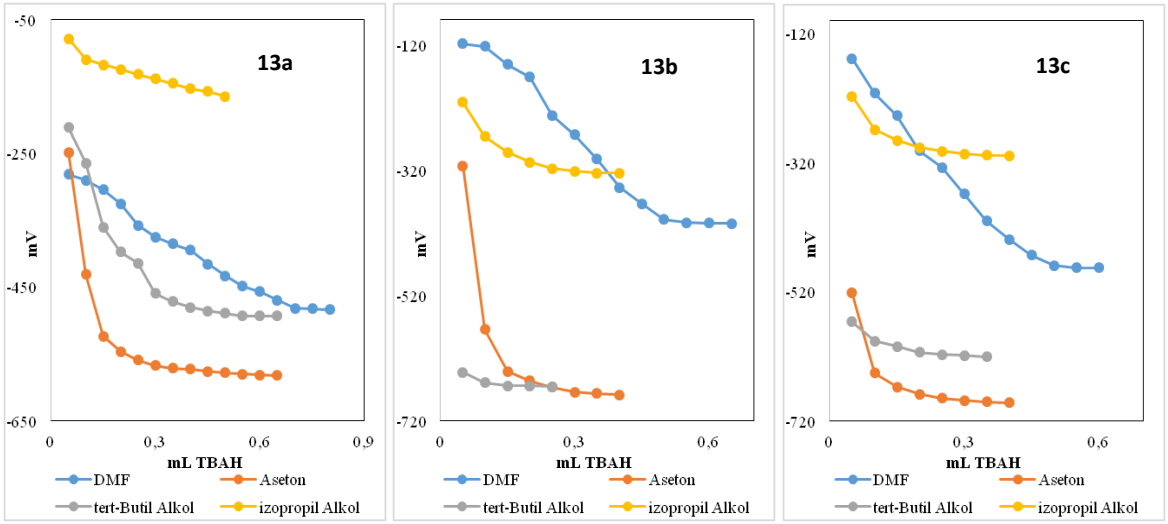


Figure 1. Potentiometric titration curves of 0.001 M solutions of compounds **3a, 3b and 3c** titrated with 0.05 M TBAH in isopropyl alcohol, tert-butyl alcohol, DMF and acetone at 25 °C.

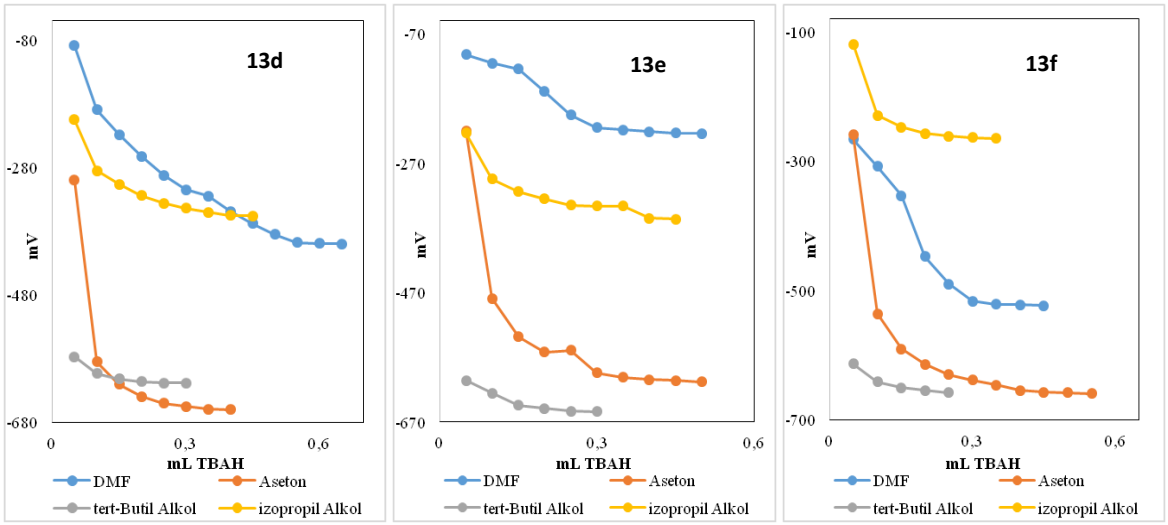


Figure 2. Potentiometric titration curves of 0.001 M solutions of compounds **3d, 3e and 3f** titrated with 0.05 M TBAH in isopropyl alcohol, tert-butyl alcohol, DMF and acetone at 25 °C.

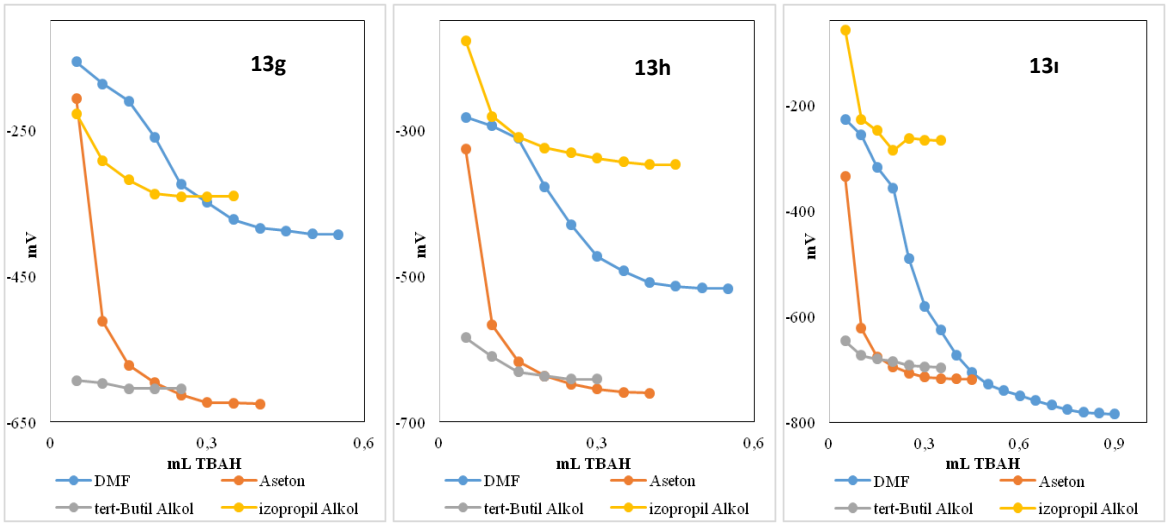
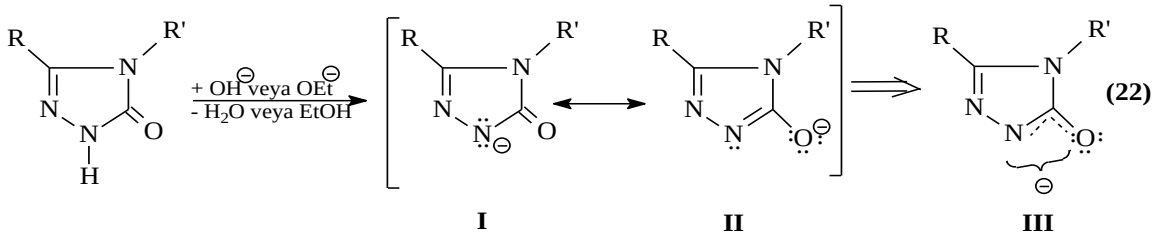


Figure 3. Potentiometric titration curves of 0.001 M solutions of compounds **3g, 3h and 3ı** titrated with 0.05 M TBAH in isopropyl alcohol, tert-butyl alcohol, DMF and acetone at 25 °C.

It is known that the N-H proton in the 4,5-Dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one ring system is weakly acidic. The acidic property of the N-H proton can be explained as follows.

When the N-H hydrogen in the 4,5-Dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one ring is dissociated as a proton, the anion formed is stabilized by resonance. In other words, when hydrogen dissociates as a proton, the remaining electron pair is delocalized to include oxygen, the second most electronegative atom, and the equilibrium shifts to the right; hence the acidity increases.



Scheme 1: Resonance structure of the 4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one ring

The resonance hybrid of I and II resonance structures is III, showing that the negative charge is delocalized to include electronegative nitrogen and oxygen atoms.

Table 1. The HNP and the corresponding pK_a values of compounds 3a-i in isopropyl alcohol, *tert*-butyl alcohol, DMF and acetone.

Compaunds	DMF		Aseton		*tert*-Butil Alkol		İzopropil Alkol	
	pK_a	HNP	pK_a	HNP	pK_a	HNP	pK_a	HNP
3a	12.27	-297	-	-	13.75	-397	-	-
3b	9.81	-171	-	-	-	-	-	-
3c	-	-	-	-	-	-	-	-
3d	11.39	-262	-	-	-	-	-	-
3e	8.82	-115	16.13	-538	-	-	11.94	-319
3f	11.44	-308	-	-	-	-	-	-
3g	9.66	-186	-	-	-	-	-	-
3h	11.34	-294	-	-	-	-	-	-
3i	11.28	-256	-	-	-	-	-	-

The data obtained from the potentiometric titrations were interpreted, and the effect of the C-3 substituent in the 4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one ring as well as solvent effects was studied. As an example for the potentiometric titration curves for 0.001M solutions of compounds **3a-i** (Aytemiz, 2020) titrated with 0.05 M TBAH in isopropyl alcohol, tert-butyl alcohol, DMF and acetone are shown in Fig. **1-3**.

Acidity properties of 4,5-Dihydro-1H -1,2,4-triazol-5-one compounds were investigated by potentiometric method in different anhydrous solvents by using different R groups for each R' group. In the study, pKa and HNP values of 9 different compounds containing 4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one rings were determined. Since the solubility of 4,5-Dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one compounds in aqueous media is very low, non-aqueous solvents were preferred. Isopropyl alcohol, tert-butyl alcohol, acetone and N,N-dimethylformamide from amphiprotic and dipolar aprotic solvents were used as solvents. A solution of tetrabutylammonium hydroxide (TBAH), which is widely used as a titrant, in isopropyl alcohol was used in the titration.

CONCLUSION

The increase in acidity constant is tert-butyl alcohol<isopropyl alcohol<acetone<N,N-dimethylformamide. When the compounds are examined in N,N-dimethylformamide medium, the increase of acidity strength; **3f< 3d< 3h <3i.** Generally, the acidity constant values of the compounds in other solvents could not be calculated since typical S-shaped curves could not be obtained. As a result of the study, the acidity data of **3a** compound in tert-butyl alcohol and **3e** compound in isopropyl alcohol were obtained.

ACKNOWLEDGEMENTS
This work was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Kafkas University (Project Number: 2019-FM-09)

REFERENCES

Aktas-Yokus O, Yuksek H, Gursoy-Kol O, Alpay-Karaoglu S 2015. Synthesis and biological evaluation of new 1,2,4-triazole derivatives with their potentiometric titrations. *Medicinal Chemistry Research*, *24*(7), 2813–2824. https://doi.org/10.1007/s00044-015-1334-8

Al-Hussain SA, Farghaly TA, Zaki MEA, Abdulwahab HG, Al-Qurashi NT, Muhammad ZA 2020. Discovery of novel indolyl-1,2,4-triazole hybrids as potent vascular endothelial growth factor receptor-2 (VEGFR-2) inhibitors with potential anti-renal cancer activity. *Bioorganic Chemistry*, *105*, 104330. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2020.104330

Ali KA, Ragab EA, Farghaly TA, Abdalla MM 2011. Synthesis of new functionalized 3-substituted [1, 2, 4] triazolo [4, 3-a] pyrimidine derivatives: potential antihypertensive agents. *Acta Pol. Pharm*, *68*(2), 237-247.

Amanlou A, Nassireslami E, Hosseini FS, Dehpour AR, Rashidian A, Chamanara M 2022. Synthesis, Docking and Antiepileptic Activity of New 2-((1,5-Diphenyl-1 *H* -1,2,4-Triazol-3-yl)Thio)- *N* -Phenylacetamide Derivatives. *Polycyclic Aromatic Compounds*, *42*(9), 6429–6443. https://doi.org/10.1080/10406638.2021.1983616

Aytemiz F 2020. *4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-on halkası içeren bazı yeni heterosiklik mannich bazlarının sentezi, karakterizasyonu ve bazı özelliklerinin incelenmesi* [Kafkas Üniversitesi]. https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/96651?show=full

Blokhina S V, Sharapova A V, Ol'khovich MV, Doroshenko IA, Levshin IB, Perlovich GL 2021. Synthesis and antifungal activity of new hybrids thiazolo[4,5-d]pyrimidines with (1H-1,2,4)triazole. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, *40*, 127944. https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2021.127944

Hamoud MMS, Osman NA, Rezq S, Abd El-wahab H AA, Hassan EA, Abdel-Fattah HA, Romero D.G, Ghanim AM 2022. Design and Synthesis of Novel 1,3,4-Oxadiazole and 1,2,4-Triazole Derivatives as Cyclooxygenase-2 Inhibitors with Anti-inflammatory and Antioxidant activity in LPS-stimulated RAW264.7 Macrophages. *Bioorganic Chemistry*, *124*, 105808. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2022.105808

Khokhar D, Jadoun S, Arif R, Jabin S, Budhiraja V 2021. Copolymerization of o-phenylenediamine and 3-Amino-5-methylthio-1H-1,2,4-triazole for tuned optoelectronic properties and its antioxidant studies. *Journal of Molecular Structure*, *1228*, 129738. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2020.129738

Gursoy-Kol O, Yuksek H 2010. Synthesis and In Vitro Antioxidant Evaluation of Some Novel 4, 5-Dihydro-1H-1, 2, 4-triazol-5-one Derivatives. *E-Journal of Chemistry*, *7*(1), 123–136. https://doi.org/10.1155/2010/407603

Küçükgüzel İ, Tatar E, Küçükgüzel Ş G, Rollas S, De Clercq E 2008. Synthesis of some novel thiourea derivatives obtained from 5-[(4-aminophenoxy)methyl]-4-alkyl/aryl-2,4-dihydro-3H-1,2,4-triazole-3-thiones and evaluation as antiviral/anti-HIV and anti-tuberculosis agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, *43*(2), 381–392. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2007.04.010

Li S.M, Tsai SE, Chiang CY, Chung CY, Chuang TJ, Tseng CC, Jiang WP, Huang GJ, Lin CY, Yang YC, Fuh MT, Wong, FF 2020. New methyl 5-(halomethyl)-1-aryl-1H-1,2,4-triazole-3-carboxylates as selective COX-2 inhibitors and anti-inflammatory agents: Design, synthesis, biological evaluation, and docking study. *Bioorganic Chemistry*, *104*, 104333. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2020.104333

Patel KR, Brahmbhatt JG, Pandya PA, Daraji DG, Patel HD, Rawal RM, Baran SK 2021. Design, synthesis and biological evaluation of novel 5-(4-chlorophenyl)-4-phenyl-4H-1,2,4-triazole-3-thiols as an anticancer agent. *Journal of Molecular Structure*, *1231*, 130000. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2021.130000

Peng Z, Wang G, Zeng QH, Li Y, Wu Y, Liu H, Wang JJ, Zhao Y 2021. Synthesis, antioxidant and anti-tyrosinase activity of 1,2,4-triazole hydrazones as antibrowning agents. *Food Chemistry*, *341*, 128265. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128265

Simurova NV, Maiboroda O I 2021. Antiviral activity of 1,2,4-triazole derivatives (microreview). *Chemistry of Heterocyclic Compounds*, *57*(4), 420–422. https://doi.org/10.1007/s10593-021-02919-1

Wang X, Zhong X, Zhu X, Wang H, Li Q, Zhang J, Ruan X, Xue W 2017. Synthesis and antibacterial activity of oxime ester derivatives containing 1,2,4-triazole or 1,3,4-oxadiazole moiety. *Chemical Papers*, *71*(10), 1953–1960. https://doi.org/10.1007/s11696-017-0189-5

Yu S, Xu K, Huang L, Xu Z, Wang Y, Bai G, Wu Q, Wang X, Jiang Y 2015. Design, synthesis, and antifungal activities of novel triazole derivatives containing the benzyl group. *Drug Design, Development and Therapy*, 1459. https://doi.org/10.2147/DDDT.S74989

Yueksek H, Kol OG 2008. Preparation, Characterization, and Potentiometric Titrations of Some New Di-[3-(3-alkyl/aryl-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one-4-yl)-azomethinph enyl] isophthalate/terephthalate Derivatives. *Turkish Journal of Chemistry*, *32*(6), 773–784. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000262864700013

Yuksek, H, Alkan M, Islamoglu F, Bahceci S, Elmastas M, Calapoglu M, Ozdemir M 2008. Synthesis, potentiometric titrations and antioxidant activities of some 4-acylamino-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one derivatives. *Asian Journal of Chemistry*, *20*(7), 5311–5321. https://www.webofscience.com/wos/woscc/full-record/WOS:000259602900051

Yuksek H, Ucuncu O, Alkan M, Ocak Z, Bahceci S 2005. Synthesis and non-aqueous medium titrations of some new 4-benzylidenamino-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one derivatives. *Molecules*, *10*(8), 961–970. https://doi.org/10.3390/10080961

Zhang J, Wang S, Ba Y, Xu Z 2019. 1,2,4-Triazole-quinoline/quinolone hybrids as potential anti-bacterial agents. *European Journal of Medicinal Chemistry*, *174*, 1–8. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2019.04.033

➢ *ORAL PRESENTATION*

Comparison of Deep Reinforcement Learning Algorithms in Computer Network Traffic Congestion Control

Abubakar Mayanja (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4576-5771)

[1] KTO Karatay University, Faculty Of Engineering , Electric and Computer Engineering,

Konya, Turkey.

e-mail: abumayanja88@gmail.com, abubakar.mayanja@karatay.edu.tr

Abstract

Due to high advances in production of technological devices and a sharp increase in the Internet usage in contemporary decades, the Internet and other small network connections have become a basic need in life as nearly almost all the daily consumed information has to be shared online. However, as the number of the Internet users escalate, the momentum of the Internet decelerates as a result of data traffic congestion within the networks. To regulate this issue, a couple of predestined algorithms such as TCP-Reno and TCP-Vegas are employed to counterbalance the sending and receiving rates of data packets within the network to eliminate delays and data loss but come with limitations such rigidity in dynamically changing congestion environment which has led to low efficiency. This thesis introduces the comparison in efficiency of deep reinforcement learning (DRL) algorithms developed to diminish congestion in computer networks. There are many DRL algorithms and simulators that can be deployed in such scenarios but this work focuses on deep deterministic policy gradient (DDPG), twin delayed deep deterministic (TD3), and proximal policy optimization (PPO) and later weighed with the existing non-DRL ones. The results showed that DDPG outperformed the other two by a considerable margin, succeeded by TD3 and finally by PPO. Even though one of the non-DRL algorithms scored higher than two of the DRL algorithms, DDPG still showed remarkable results.

Keywords: Deep reinforcement learning, deep deterministic policy gradient, twin delayed deep deterministic, proximal policy optimization

LIST OF SYMBOLS

Symbol	Meaning
$\hat{g}$	Estimate of the gradient
γ	Discount factor
π	Policy function
π_t	Policy function at time t
ω	Weights of the deep q-network (DQN)
ϕ	The set of functions in the space given to the agent
a	Action
a_t	Action at time t
$Q^{\pi}(s_t,a_t)$	Q function for discounted accumulated reward
$Q\phi targ$	Target policy

r	Reward
$r(s_t,a_t)$	Reward given for state and action at time t
R_t	Discounted accumulated reward at time t
s	State
s_t	State at time t
s'	Next state
V	Value function
$V(s_t,a_t)$	Value function given for state and action at time t

LIST OF ACRONYMS

Acronym	**Explication**
A3A	Asynchronous advantage actor critic
AI	Artificial intelligence
ACK	Acknowledgment
AVG	Average
AQM	Active queue management
BMSE	Bellman's mean square error
CC	Congestion control
cwnd	Congestion window
DC	Direct current
DDPG	Deterministic policy gradient
MAXp	Maximum dropping rate probability
MDP	Markovian decission process
MI	Monitor interval
ML	Machine learning
NETSIM	Network simulation
Ns3	Network simulation version 3.0
OBS	Observation space
PMI	Message passing interface
PPO	Proximal policy optimization
PQM	Passive queue management
RTD	Round-trip time delay
RTT	Round trip time
SSA	Slow start algorithm
TD3	Twin delayed deep deterministic
WANDB	Weight and biases

Introduction

Computer network traffic can be delineated in several ways. But in the simplest way, we can define it as the compactness of data present in any network. In any computer network, there is a lot of communication devices trying to access resources and at the same time getting requests to carry out some work for some other devices. From the past years to date, it's evidenced that the number of the Internet users has surged and it's accredited to rapid advancement in technology which has resulted into huge amounts of data being transferred on computer networks, specifically the Internet. An approximation of 900 million computers are connected to the Internet and approximately 383,000 TBs of data transmissions take place per hour Westbrook (2003). In addition, the demand for network usage sometimes grows drastically and unexpectedly depending on the situation at hand.

In brief, a network is in a state of congestion when the quality of the service delivered to the user decreases due to an increase of load in a network. Congestion control (CC) is the most important part of the networking function of the transport layer, which ensures reliable delivery of application data. The goal of CC is to dynamically regulate the rate of data being sent to each node to minimize queuing delay and packet loss. Network CC process can be summarized in a few steps: 1) Traffic management, 2) traffic analysis, 3) management techniques, and 4) evaluation of results.

The problem in question can better be solved by the use of reinforcement learning (RL) a branch of machine learning concerned with how software agents ought to take actions in an environment in order to maximize the notion of cumulative reward. The superiority of RL is that it has a proven ability to solve composite problems in intensively dynamic circumstances such as computer networks, sustain change for long and still maximize performance. In addition, RL is indispensable in areas that require delayed rewards, multi-period optimization and adopts easily in changing environments. The goal of this work is to compare the existing RL techniques for the traffic congestion in wired computer networks using reinforcement learning algorithms.

Related work

In 1999, Saverio Mascolo in his paper titled "Network Traffic Management" Mascolo (1999) states that there is a large bandwidth delay product in high speed communication networks thus resulting in adverse conditions on closed-loop CC algorithm.

In 2019 Nathan Jay, Noga H. Rotman, P. Brighten Godfrey, Michael Schapira and Aviv Tamar in their paper titled "Internet CC via Deep Reinforcement Learning" Jay et al. (2018) used RL,

In another paper presented, an emulator called IROKO Ruffy et al. (2018). The research team used OpenAI gym to offer a way to fairly evaluate centralized and decentralized RL algorithms against conventional traffic control solutions.

QTCP: Adaptive Congestion Control with Reinforcement Learning Li et al. (2018), used Q-learning with TCP to warrant users find the optimal control policy in an online mode.

In a paper called RAX Maximilian Bachl and Fabini (2019), researchers used a partial action learning (PAL) which was based on asynchronous advantage actor critic (A3A) framework, deep-RL, and gated recurrent units (GPU).

Yuhan Su et.al. in their research paper Su et al. (2018), a technique abbreviated as QRED which categorized the queue management part into passive queue management (PQM) and active queue management (AQM). To determine the congestion volume in a network, factors such as RTD or RTT, throughput are constantaly checked. To set the network at a desired level of maximizing throughput, we need to juggle some important variables such as cwnd, the packet size, buffer size, and the packet drop rate. This exercise is called traffic management.

Wired Network Design and Implementation

The wired network model was designed and implemented using a very strong and stateof-the-art network simulation platform called Ns3-simulator nsnam.org (2019). which is a discrete event network simulator targeted primarily for research and educational use.

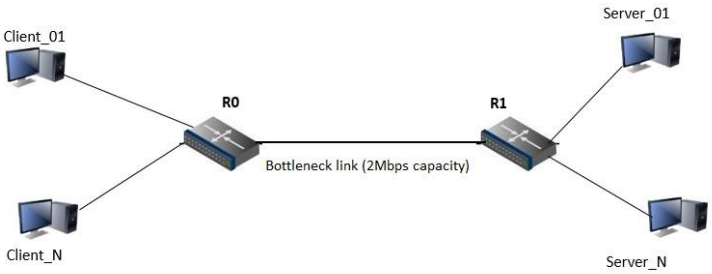


Figure 1: The network topology which we implemented for the RL algorithms

As demonstrated in the Fig.4.1, the network is composed of two routers R0 and R1 each connected to n-nodes i.e., clients and servers. The connection between the two routers is termed as the bottleneck link where all the traffic from end to end of the network passes which brings up congestion as nodes from both sides struggle to communicate due to a single link that joins the two sides of the networks. Therefore congestion control mechanisms will be applied at this point. The routers R0 and R1 are assigned a Ipv4 the Internet protocol dresses 10.2.1.0, 255.255.255.0, and 10.3.1.0, 255.255.255.0 respectively. The bottleneck link has a bandwidth of 2 Mbps, bottleneck delay of 0.01 ms, access bandwidth of 10 Mbps, an access link delay of 20 ms, an IP packet size of 400 Bytes and the simulation runs for a duration of 10 seconds.

Simulation Environment Organization

The environment is composed of Ns3 which is bridged with one of the futuristic AI tool-kits called OpenAI gym that is applied in developing and comparing RL algorithms and teaching agents how to play complex games Greg Brockman and Zaremba (2016). For the two frameworks to communicate efficiently, an embed-able, scale-able mild-ware framework Pyzmq that acts as a concurrency and medium of communication. Gawlowicz and Zubow (2018).

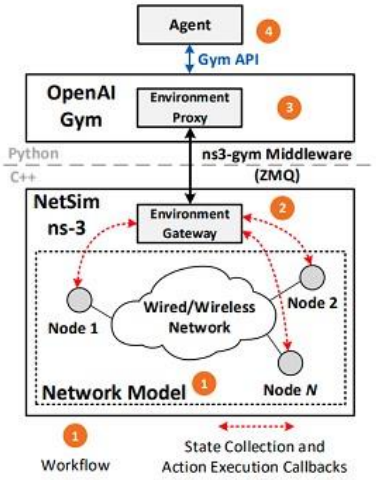


Figure 2: Ns3gym framework architecture Gawlowicz and Zubow (2018)

Converting the Network Simulation to RL Environment

The Observation Space

The Ns3gym environment, makes us of 15 variables for the observation space.
First, the devise unique socket ID, event type(0 or 1) for event-based and for time-based respectively(n this paper,an event-based scenario was used), simulation time, node ID, SsThresh, cwnd size, segment size ,SegmentsAcked, BytesInFlight, RTT, Min RTT, least RTT, average RTT, avgInterTx, and avgInterRx given by the formula,

$$AvgInterRx = \frac{Min - interRxTimeSum}{Min - interRxTimeNum} \quad (1)$$

The observation space is a 1 by 15 ndnumpy array of Uint64 data type values *n* with a minimum value 0 and maximum of 10^9 represented as

$$obs = \begin{bmatrix} n^0 & n^1 & n^2 .... & n^{14} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Action Space

The Ns3gym environment was designed with continuous action space of an ndnumpy array consisting of two uint64 data type values of a 1 by 2 dimension. The array values consist of ssthresh*y* value and the congestion window size. In that way the agent role will be to ascertain the two integer values at every data sending instant such that, $y,z \in N$ and $(y,z) \in (0 \leq y \leq 65535, 0 \leq z \leq 65535)$.

Environment Reward

As the agent makes stochastic actions that bring up changes in the environment, the environment reacts back by rewarding it with +2 when the cwnd-size is less than the ssthresh and at least one or more packet segments are acknowledged which results into an increase of the cwnd-size in the succeeding session. A −30 points punishment is applied when zero segments are acknowledged in the preceded session which signals a high magnitude of congestion in the network and in the end cwnd-size is reduced.

Simulation Termination Condition

The simulation termination condition is reached at the end of the simulation time. After every successful episode, the environment flags *False* or *True* as an indication of whether the environment runs are over or not.
So after an action *a* is taken on to the environment in state *s* at time *t* such that

$$a_t = \begin{bmatrix} a_t^1 & a_t^2 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

$$s_t = \begin{bmatrix} n_t^0 & n_t^1 & n_t^2 & n_t^{14} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

the resulting state s_{t+1} and reward r_{t+1} take the followıng shape

$$s_{t+1} = \begin{bmatrix} n_{t+1}^0 & n_{t+1}^1 & n_{t+1}^2 & n_{t+1}^{14} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

The RL Agent

For Ns3gym continuous action space environment, three-alternative algorithms are selected to be used, which are, deep deterministic policy gradient (DDPG), twin delayed deep deterministic (TD3), and proximal policy optimization (PPO).

Each of the three algorithmic techniques is susceptible for some deficiencies and have robustness issues as explained below. Two of the algorithms are off-policy indicating they submit to the use of the value function.

2.3.6 The Deep Deterministic Policy Gradient (DDPG)

This is an off policy data algorithm that uses the Bellman's equation to learn the Q-function and a policy. It uses the optimal action-value Q-function $Q^*(s,a)$ in a given state to determine the optimal action. In short DDPG closely related to the Q-Learning method that is motivated almost in the same way which makes it to be considered as the continuous action space of Q-learning,

$$a^*(s) = \underset{a}{argmax}(Q^*(s,a)). \quad (9)$$

DDPG employs four neural networks as follows:
The Q-network (θ^Q), deterministic policy, function (θ^μ), target network ($\theta^{Q'}$), and target policy network ($\theta^{\mu'}$). Using both the target network and target policy, DDPG tries to minimize BMSE with stochastic gradient descent as summarized in

$$L(\phi, D) = \underset{(s,a,r,s',d)\sim D}{E}\left[\left(Q_\phi(s,a) - \left(r + \gamma(1-d)Q_{\phi targ}(s', \mu_{\theta targ}(s'))\right)\right)^2\right], \quad (10)$$

where $\mu_{\theta targ}$ is the target policy. The aim is to learn a deterministic policy $\mu_\theta(s)$ which gives an action that maximizes $Q_\phi(s,a)$. While exploring random actions with a given likeliness, DDPG adds some noise to the actions in the continuous space for efficient exploration of a good range of actions. Being an off policy method, DDPG uses a replay buffer that store sampled experiences used to update the neural network. For every sample made, a set of formatted results i.e., state, action, reward, and next-state is stored in finite sized cache.

Twin Delayed Deep Deterministic (TD3)

Like DDPG, this an off policy algorithm that can only be used for continuous action space environment. The difference comes in a way that TD3 runs two Critic networks($Q_{\theta 1}$ and $Q_{\theta 2}$) thus called twin. Of the two functions, one with minor Q-value is used to form the target by in Bellman error loss equation.
Addition of noise to the target action comes in to make it harder for the policy to exploit Q-function errors by smoothing out long changes in action. After adding the clipped noise,a valid action range is set in which the targeted action (a) should lie and satisfies, (i.e., $a_{Low} \leq a \leq a_{High}$)

$$a'(s') = clip(\mu_{\theta targ}(s')) + clip(\epsilon, -c, c), a_{Low}, a_{High}), \epsilon \sim N(0,\sigma), \quad (11)$$

(12)

$$y(r, s', d) = r + \lambda(1-d) + \min_{i=1,2} Q_{\pi i, targ}(s', a'(s')), \quad , \quad (13)$$

$$L(\phi_1, D) = \underset{(s,a,r,s',d)\sim D}{E}\left[\left(Q_{\phi 1}(s,a) - y(r,s',d)\right)^2\right] \quad (14)$$

$$L(\phi_2, D) = \underset{(s,a,r,s',d)\sim D}{E}\left[\left(Q_{\phi 2}(s,a) - y(r,s',d)\right)^2\right].$$

Proximal Policy Optimization (PPO)

Unlike the first two, PPO is an on-policy algorithms and simpler to implement compared to the former. It is clustered under a small bunch of first-order method algorithms and also uses a few other tricks to retain the old policy and new policy as close as possible. PPO is categorized into PPO-penalty and PPO-clip. The former uses approximations to decode a Kullback-Leibler (KL) constrained update such as the trusted region policy optimization (TRPO). The KL-divergence in the objective function is penalized with a coefficient which is adjusted during the training process. The latter on which this this work focused counts on specialized clipping in the objective function to remove the motives of the new policy to diverge so far the old one. The superiority of PPO is in its ability to operate under both continuous and discrete action environments.
One of its drawback is its high sensitivity in choosing of the step-size (i.e., when its too small, the progress becomes extremely slow and when large, it may get enormous noise) and need for a bulk of time-steps to learn simple tasks. Being an on-policy makes it explore by sampling actions according to the latest version of its stochastic policy.:

$$\theta_{K+1} = \underset{\theta}{argmax} \underset{s,a\sim\pi\theta_k}{E} [L(s,a,\theta_k,\theta)], \quad (15)$$

$$L(s,a,\theta_k,\theta) = min\left(\frac{\pi_\theta(a|s)}{\pi_{\theta_k}(a|s)} A^{\pi_{\theta_k}}(s,a), Clip\left(\frac{\pi_\theta(a|s)}{\pi_{\theta_k}(a|s)}, 1-\epsilon, 1+\epsilon\right) A^{\pi_{\theta_k}}(s,a)\right), \quad (16)$$

where L is given by:
where the ϵ manifests how far permitted to diverge from the old one. When a state action pair is taken, either of the two scenarios is expected (i.e., a positive advantage or negative advantage). When the state-action pair is positive, the advantage is considered positive and the contribution to the objective is given by:

$$L(s,a,\theta_k,\theta) = min\left(\frac{\pi_\theta(a|s)}{\pi_{\theta_k}(a|s)}, 1+\epsilon\right) A^{\pi_{\theta_k}}(s,a). \quad (17)$$

Because the objective will increase if the action becomes more likely to be taken, the *min* in the equation is used to constrain the limit on how much the objective can increase. On the contrary when negative advantage is attained when the state-action pair is negative, the advantage is considered to be negative and the objective will increase if the action is less likely. So the state-action pair contribution to the objective will reduce to:

$$L(s,a,\theta_k,\theta) = max\left(\frac{\pi_\theta(a|s)}{\pi_{\theta_k(a|s)}}, 1-\epsilon\right) A^{\pi_{\theta_k}}(s,a), \quad (18)$$

but the *max* in this term puts a limit to how much the objective can increase. Once $\pi_\theta(a|s) < (1-\epsilon)\pi_{\theta k}(a|s)$, the max kicks in and this term hits a ceiling of $(1-\epsilon)A^{\pi\theta}k(s,a)$. Hence the new policy does not reap from diverging further from the old one.

Implementation

The system design demonstrated in Fig. 2 was run on Linux Ubuntu version 20 machine with an Intel Core-i3 Central Processing Unit (CPU), 4 Gigabytes of random access memory (RAM) and a hard disk capacity of 500 Gigabytes.
Each algorithm is run separately for a total of 7000 games with each game consisting up to 150 episodes. The three algorithms were tüne with the following parameters.

Tuning Parameters	DDPG	TD3	PPO
Discount factor (gamma)	0.99	0.99	0.99
Learning rate(Actor)	0.01	0.01	0.003
Learning rate(Critic)	0.02	0.02	0.003
Standard deviation	100	100	100
Tau	0.005	0.005	0.095
Buffer size	100000	100000	-
Batch size	64	64	-
Noise and noise clip	-	0.2 and 0.5	-
Exploration noise	-	0.1	-
Policy frequency	-	2	-

Table 1: Parameter tuning for RL algorithms

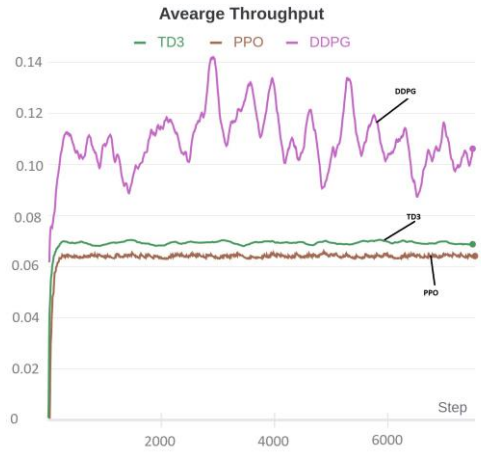
Parameters Discussion

Ns3gym environment has a total of 15 observable parameters. However, in the case of this work four parameters were considered the most significant for congestion control measurement i.e., segments acknowledged, average RTT, average throughput and rewards accumulated. In that manner, the higher the throughput, the better the network performance hence low congestion magnitudes registered O. et al. (2015).

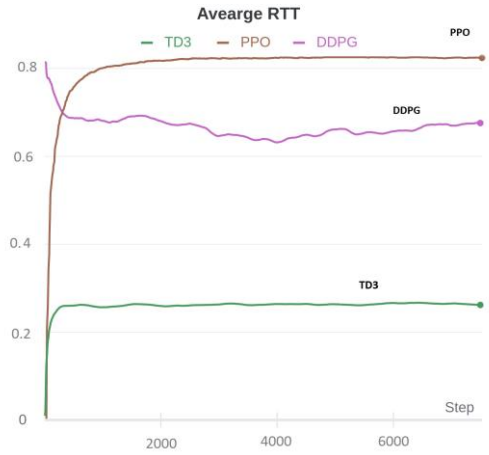
Experimental Results

An online framework called WANDB that uses weights and biases to organize and analyze ML experiments was used to do record the graphical work.

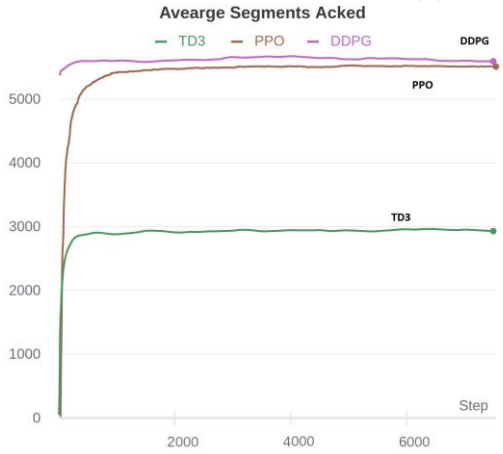
Comparing RL Algorithms



(a) Average throughput recorded



(b) Average RTT recorded



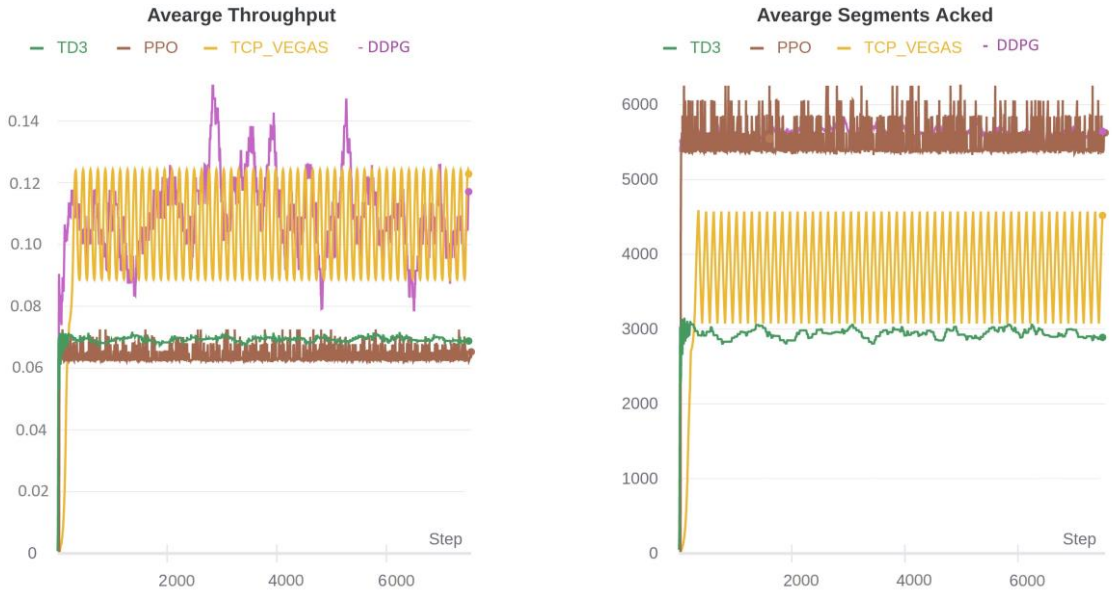
(c) Average data segments acknowledged recorded

Figure 8: Inter-RL algorithms performances

Fig.8a shows that DDPG algorithm out performs others, followed by TD3 and finally PPO. DDPG starts with a relatively high throughput that is almost the maximum scores of TD3 and PPO and maintains a sharp growth in the first 200 steps. It then keeps fluctuating rest of the steps but maintaining scores higher than the others. On the other hand, both TD3 and PPO start at 0 and ascends sharply in the first 200 steps as well. Their maximum output values is attained almost at the same time with TD3 scoring slightly higher than PPO, they then maintain a stable performance with slight alternations between 0.063 and 0.065 values of throughput per time step. Fig.8b represents the average RTT attained and TD3 displayed the lowest in all, followed by DDPG and finally PPO with the highest. In this case TD3 performed better than the other algorithms.

Finally Fig.8c shows average number of data segments acknowledged by each algorithm. Again DDPG scores the highest with a stable approximated maximum value of 5500 segments per step slightly above PPO and lastly TD3 with utmost 2800 segments per step.

Comparing the Performance of RL Algorithms with Existing Non-RL Algorithms



(a) Average throughput recorded (b) Average RTT recorded

Figure 9: Comparing the Performance of RL Algorithms with Existing Non-RL Algorithms

To measure the quality of this work, the 3 RL algorithms' performances were compared to that of other already existing non-RL algorithms such as TCP-reno and TCP-vegas as demonstrated in Fig. 9a and Fig. 9b above.

Variables(Average)	Range	DDPG	TD3	PPO	TCP-Vegas
Throughput	Initial Maximum	0.06 0.14	0.0 0.07	0.0 0.06	0.0 0.139
RTT	Initial Final	0.83 0.63	0 0.80	0 2.80	0 0.03
Segments Acknowledged	Initial Final	5500 5400	0.0 5300	0.0 2800	0.0 2982.65

Table 2: Performance of RL vs. non-RL algorithms

Discussion

From the performance results showcased in Fig. 9a and Fig. 9b with help of Table 2, its seen that on average RL-algorithms outweighs non-RL ones in the three performance determinants (variables). First, DDPG proves to score the highest in the RL category followed by TD3 and finally PPO, this may be resulting from the two being off-policy algorithms that take advantage of the experience replay buffer to widen the agent's knowledge base. On the other hand, comparing RL to non-RL algorithms, the TCP-Vegas still performs better than two of the RLs i.e., TD3 and PPO with a relatively big margin, this is likely to result from the general slow learning process of RL algorithm as they require a considerable tally of training episodes on machines with high computing processing power such as Graphic Processing Units (GPUs), therefore given long hours with application of GPUs, I am optimistic that all RL algorithms can out perform the non-RLs.

Conclusion and Future Work

Ns3gym environment which a cluster of numerous kinds software such as Network Simulator Version 3.3 for computer network simulations and AIgym running agent scripts were employed in this research work. Three RL algorithms were tested under the same conditions using a single RL agent. Two of them were off-policy i.e, DDPG and TD3 while the other was on-policy i.e, PPO. Using WANDB framework for displaying the graphical results of the simulations using a Dual-core CPU computer to do over 7000 runs, showed that DDPG had a significant performance followed by TD3 and finally by PPO. Furthermore, non-RL techniques such as TCP-Vegas and TCP-Reno were also deployed and results compared to those of RL's but still DDPG emmerged the best.

Reinforcement learning therefore can play an extraordinary role in phasing away the issue of network traffic congestion more so when the agents are trained on for a considerate period of time with a great deal of powerful processing units.

References

Amina Seferagic, Eli De Poorter, Jeroen Hoebeke, Sarah Kerkhove, and Ingrid Moerman. Interactive web visualizer for ieee 802.11ah ns-3 module. 06 2018. doi: 10.1145/3199902. 3199904.

Fabian Ruffy, Michael Przystupa, and Ivan Beschastnikh. Iroko: A framework to prototype reinforcement learning for data center traffic control. pages 2–11, 12 2018.

Guang Yang, Feng Zhang, Cheng Gong, and Shiwen Zhang. Application of a deep deterministic policy gradient algorithm for energy-aimed timetable rescheduling problem. *Energies*, 12:3461, 09 2019. doi: 10.3390/en12183461.

Hayder Jasem, Zuriati Zukarnain, Mohamed Othman, and Shamala Subramaniam. The new aimd congestion control algorithm. volume 38, 02 2009.

J. Bivens, Boleslaw Szymanski, and M. Embrechts. Network congestion, arbitration, and source problem prediction using neural networks. *International Journal of Smart Engineering System Design*, 4, 12 2002. doi: 10.1080/10255810215019.

Joseph Clement. Corona virus global online traffic impact 2020. 02 2020.

J. Westbrook. Materials data on the internet. *Data Science Journal*, 2:198–212, 11 2003. doi: 10.2481/dsj.2.198.

Nathan Jay, Noga Rotman, P. Godfrey, Michael Schapira, and Aviv Tamar. Internet congestion control via deep reinforcement learning. 10 2018.

nsnam.org. Openai gym. volume 3.30, pages 1–131, 08 2019.

OpenAI. Revision. Key concepts and terminalogies in reinforcement learning. 07 2018. ISBN 038665d6.

Piotr Gawlowicz and Anatolij Zubow. ns3-gym: Extending openai gym for networking research. 10 2018.

Stephen Dankwa and Wenfeng Zheng. Twin-delayed ddpg: A deep reinforcement learning technique to model a continuous movement of an intelligent robot agent. pages 1–5, 08 2019. doi: 10.1145/3387168.3387199.

Umeh O., Akpado, Okechukwu, and Ejiofor H. C. Throughput and Delay Analysis in a Real Time Network. volume 2, pages 27–34 vol.2, December 2015.

Vicki Cheung Ludwig Pettersson Jonas Schneider John Schulman Jie Tang Greg Brockman and Wojciech Zaremba. Openai gym. *https://arxiv.org*, 1, 06 2016. doi: arxiv.org: 1606.01540v1.

Wei Li, Fan Zhou, Kaushik Chowdhury, and Waleed Meleis. Qtcp: Adaptive congestion control with reinforcement learning. *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*, PP:1–1, 05 2018. doi: 10.1109/TNSE.2018.2835758.

Yuhan Su, L. Huang, and Chenwei Feng. Qred: A q-learning-based active queue management scheme. volume 19, pages 1169–1178, 01 2018. doi: 10.3966/ 160792642018081904019.

➢ *ORAL PRESENTATION*

3-Metil-4-(3-metoksi-(*p*-nitrobenzoksi)-benzilidenamino)-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on molekülünün deneysel ve teorik spektroskopik özellikleri

Sevda Manap* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5025-9622*), Haydar Yüksek (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1289-1800*), Murat Beytur (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7098-5592*),

*1 Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Kars, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: manapsevda@gmail.com

Özet

Bu çalışmada, 3-metil-4-(3-metoksi-(*p*-nitrobenzoksi)-benzilidenamino)-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on molekülü için *ab-initio* Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (DFT/B3LYP) kullanılarak optimize edilmiştir, Tüm hesaplama çalışmaları Gaussian 09W programı ile yapılmıştır. Çalışılan bileşiğin temel durum geometrik parametreleri, dipol momenti (μ), polarize edilebilirlik (α), hiperpolarize edilebilirlik (β) ve hesaplanan IR frekans değerleri B3LYP yönteminin 6-311+G(d,p) temel setleri kullanılarak gaz fazında hesaplanmıştır. Hesaplanan infrared verileri uygun düzeltme faktörleri çarpılarak deneysel değerler ile karşılaştırılmıştır. Teorik IR spektrumları B3LYP yöntemine göre elde edilen verilerden oluşturulmuştur. Hesaplanan IR verilerinin tanımlanmasında veda4f programı kullanılmıştır. ^{1}H and ^{13}C NMR kimyasal kaymalar değerleri B3LYP/6-311+G(d,p) temel seviyesi kullanılarak GIAO yaklaşımıyla hesaplanmıştır. Elde edilen teorik veriler deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır. İlgili moleküllün spektroskopik parametrelerinin deneysel verilerle uyumlu olduğu görülmüştür. Ayrıca, hesaplanan en yüksek dolu moleküler orbital enerjileri (E_{HOMO}) ve en düşük boş moleküler orbital enerjileri (E_{LUMO}) kullanılarak, çalışılan molekülün enerji boşluğu ($\Delta E=E_{LUMO}-E_{HOMO}$), kimyasal potansiyel (μ) elektrofilik indeks (ω), iyonizasyon potansiyeli (IP), elektron afinitesi (EA), elektronegatiflik (χ), moleküler yumuşaklık (S), moleküler sertlik (η) gibi elektronik özellikleri teorik olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: 1.2.4-Triazol-5-on, GIAO, B3LYP, Polarize Edilebilirlik

Experimental and Theoretical Spectroscopic Properties of 3-Methyl-4-(3-methoxy-(*p*-nitrobenzoxy)-benzylideneamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one Molecule

Abstract

In this study, 3-methyl-4-(3-methoxy-(*p*-nitrobenzoxy)-benzylideneamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one molecule optimized using ab-initio Density Functional Theory (DFT/B3LYP). All calculations were made with the Gaussian 09W program. The ground state geometric parameters, dipole moment (μ), polarizability (α), hyperpolarizability (β) and calculated IR frequency values of the studied compound were calculated using the 6-311+G(d,p) basis sets of the B3LYP method in the gas phase. Theoretical IR spectra were created from the data obtained according to the B3LYP method. Veda4f program was used to define the calculated IR data. The ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shifts values were calculated by the GIAO approach using the B3LYP/6-311+G(d,p) basis level. The spectroscopic parameters of the related molecule were found to be compatible with the experimental data. In addition, using the calculated highest occupied molecular orbital energies (E_{HOMO}) and lowest unoccupied molecular orbital energies (E_{LUMO}), the energy gap ($\Delta E=E_{LUMO}-E_{HOMO}$), chemical potential (μ), electrophilic index (ω), ionization potential of the studied molecule. Electronic properties such as (IP), electron affinity (EA), electronegativity (χ), molecular softness (S), molecular hardness (η) were determined theoretically.

GİRİŞ

Heterosiklik moleküller doğada yaygındır ve birçok alanda kullanılmaktadır. Moleküler yapılar, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler iyi öğrenildiğinde, istenen özelliklere sahip moleküller tasarlamak mümkündür. Ancak, yapısal ve titreşimsel özelliklerinin teorik incelemeleri ve optik özellikleriyle ilgili tartışmalar literatürde eksiktir. Malzeme özelliklerinin sıcaklık ve basınçtan etkilendiği iyi bilinmektedir. Bu yüzden, termal özelliklerin araştırılması, teknolojik uygulamalar için yeni malzemelerin daha fazla araştırılması için ilgili olan bu yapı ve etkileşim hakkında önemli veriler sağlayabilir (Toledo ve ark., 2017). Organik bileşiklerin yapısal, spektroskopik ve elektronik (HOMO, LUMO, NBO, MEP vb.) özellikleri literatürde birçok araştırmacı tarafından kuantum kimyasal hesaplama yöntemleri (HF, DFT, MP2 vb.) kullanılarak araştırılmıştır (Apaydın, 1991; Yüksek ve ark., 2005; Gökçe ve ark., 2014; Kaczor ve ark., 2014; Tamer ve ark., 2015; Turhan Irak ve Gümüş, 2017; Uğurlu ve Beytur, 2020).

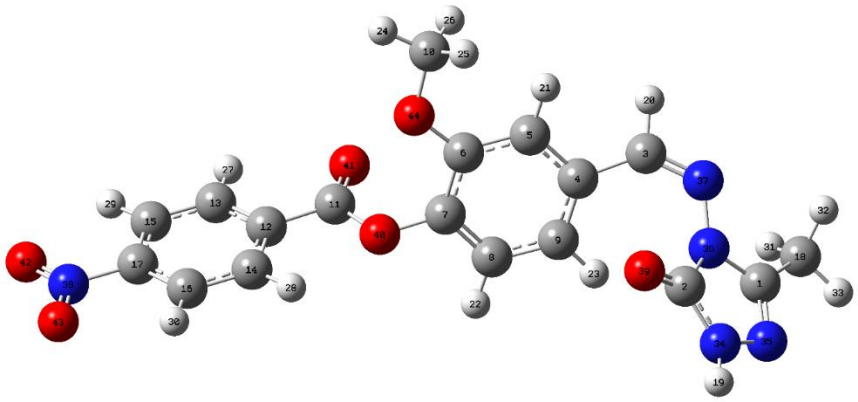
MATERYAL VE METOD

Hesaplama Yöntemleri

Temel durumdaki 3-metil-4-(3-metoksi-(p-nitrobenzoksi)-benzilidenamino)-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-on'un moleküler yapısı, yoğunluk fonksiyonel teorisinin (DFT) (Becke, 1993; Lee, 1998) 6-311G+(d,p) difuze ve polarize temel seviyesine göre elde edildi.

$$E_{XC} = (1-a_0)E_X^{LSDA} + a_0 E_X^{HF} + a_X \Delta E_X^{B88} + a_C E_C^{LYP} + (1-a_C)E_C^{VWN}$$

burada enerji terimleri Slater değişimi, Becke'in değişim fonksiyonel düzeltmesi, Lee, Yang ve Parr'ın gradyan düzeltmeli korelasyon fonksiyoneli ve Vosko, Wilk ve Nusair'in yerel korelasyon fonksiyonudur (Vosko ve ark., 1980). İlgili bileşiğin teorik geometrik yapısı Şekil 1'de verilmiştir. Moleküler geometri sınırlandırılmış ve bu çalışmada sentezlenen bileşiğinin optimize edilmiş geometrik parametreleri Gaussian 09W program paketi kullanılarak (Frisch ve ark., 2009) gerçekleştirilmiş ve görselleştirme kısımları kişisel bilgisayarda 6-311G+(d,p) baz seti kullanılarak GaussView programı (Dennington ve ark., 2009) ile yapılmıştır. Ayrıca, seçilen bu yöntemlerle başlık bileşiği için harmonik titreşim frekansları hesaplanmış ve ardından 0.9508 düzeltme faktörü ile düzenlenmiş (Avcı ve Atalay, 2009; Beytur ve Avınca, 2021) ve bu sonuçlar deneysel verilerle karşılaştırılmıştır.



Şekil 1. 3-metil-4-(3-metoksi-(p-nitrobenzoksi)-benzilidenamino)-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-on bileşiğinin optimize edilmiş yapısı

BULGULAR ve TARTIŞMA

Doğrusal Olmayan Optik Özellikler

Moleküler sistemlerde polarize edilebilirliğin ve ilk hiperpolarize edilebilirliğin önemi, molekül içi yük transferinden dolayı donör ve akseptor gruplar arasındaki elektronik iletişim ile ilişkilidir (Prasad ve ark., 2010). 3-metil-4-(3-metoksi-(p-nitrobenzoksi)-benzilidenamino)-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-on bileşiğinin moleküler polarize edilebilirlik, polarize edilebilirlik anizotropisi ve moleküler başlangıç hiperpolarize edilebilirliği B3LYP yöntemi kullanılarak hesaplandı ve sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Molekülün hesaplanan polarize edilebilirlik ve hiperpolarize edilebilirlik değerleri (B3LYP/6-311+G(d,p))

	B3LYP		**B3LYP**
α_{xx}	58.831 a.u.	β_{xyy}	123.816 a.u.
α_{yy}	32.708 a.u.	β_{yyy}	963.900 a.u.
α_{zz}	26.841 a.u.	β_{xxz}	1191.335 a.u.
α	39.460x10^{-24} esu	B_{xyz}	278.499 a.u.
$\Delta\alpha$	29.498x10^{-24} esu	B_{yyz}	-1720.681 a.u.
β_x	751.083 a.u.	β_{xzz}	-552.912 a.u.
β_y	2433.734 a.u.	β_{yzz}	-555.353 a.u.
β_z	-2828.947 a.u.	B_{zzz}	-856.669 a.u.
β_{xxx}	977.499 a.u.	β	3.807x10^{-30} esu
β_{xxy}	-350.232 a.u.		

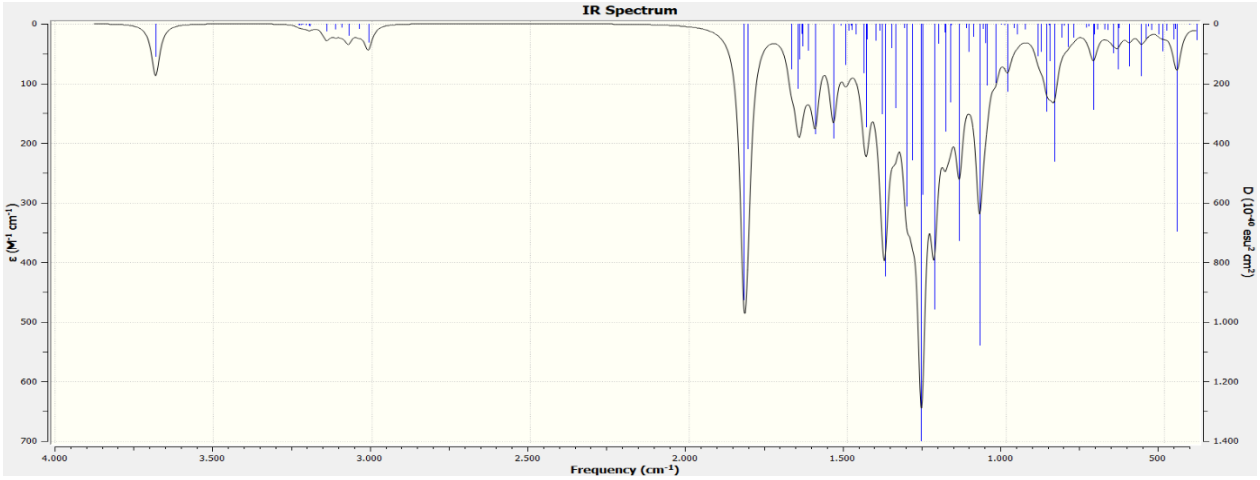
Infrared Analizi

3-metil-4-(3-metoksi-(p-nitrobenzoksi)-benzilidenamino)-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-on molekülü B3LYP yöntemi ve 6-311+G(d,p) polarize seti kullanılarak gaz fazında ınfrared spektral verileri hesaplandı (Tablo 2). İncelene molekülün düzlemsel ve doğrusal olmayan yapıdadır. Bu yüzden, 3N-6 serbest titreşim hareketi vardır, Bileşik 44 atomdan oluşur ve 126 normal temel titreşim moduna sahiptir. Hesaplanan FT-IR spektrumu B3LYP yöntemi ve 6-311+G(d,p) temel seti kullanılarak elde edildi (Şekil 2). Gaussian 09W ile elde edilen titreşim frekansları, B3LYP/6-311+G(d,p) yöntemi için 0.9508 düzeltme faktörü kullanılarak hesaplandı (Merrick ve ark., 2007). Elde edilen titreşim tiplerini belirlemek için Veda4f programı kullanılmıştır (Jamroz, 2004). Deneysel IR spektral değerleri (Manap ve ark., 2022), teorik IR spektral değerleri ile karşılaştırılmış ve bazı fonksiyonel grup bölgeleri deneysel ve teorik olarak analiz edilmiş ve Tablo 2'de belirtilmiştir. İlgili bileşikte karbonil pikleri deneysel olarak 1707 ve 1741 cm^{-1} aralıklarında görülürken teorik olarak karbonil (C=O) grubuna ait frekanslar B3LYP metodunda 1725 ve 1736 cm^{-1} aralıklarında gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler deneysel verilerle (Manap ve ark., 2022) uyumlu olduğu gözlemlendi.

Tablo 2. Molekülün seçilmiş teorik frekans değerleri ve titreşim türleri

Titreşim türleri	**Deneys.**	**skalalı dft**
$H_{21}C_5C_4C_9$, $H_{22}C_8C_9C_4$, $H_{23}C_9C_4C_3$ (47)	798	782
ν **$O_{40}C_7$, $O_{40}C_{11}$, $O_{44}C_6$ (10)**	1263	1248
ν **$O_{42}N_{38}$ (80)**	1349	1313
ν **$O_{42}N_{38}$ (58)**	1521	1522
ν **$N_{37}C_3$ (66)**	1582	1569
ν **$N_{35}C_1$ (72)**	1606	1594
ν **$O_{41}C_{11}$ (88)**	1707	1725
ν **$O_{39}C_2$ (77)**	1741	1736
ν **$N_{39}H_{19}$ (100)**	3152	3500

ν, gerilme; **δ**, bükülme; **δ_s**, makaslama; **ρ**, sallanma; **γ**, düzlem dışı bükülme **τ**, dönme



Şekil 2. Molekülün teorik olarak elde edilen (B3LYP) IR spektrumu

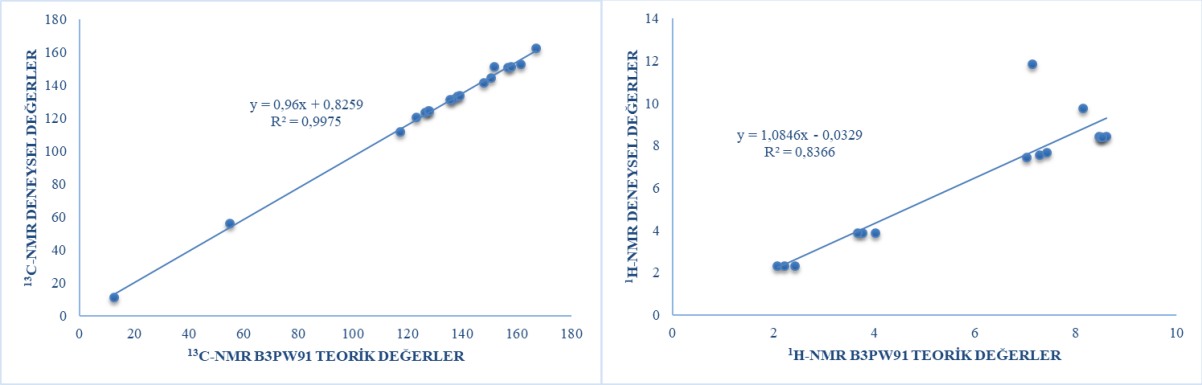
NMR Analizi

İzotropik kimyasal kayma analizi, iyonik türleri tanımlamamıza ve moleküler geometrilerin doğru tahminlerini sağlayarak nükleer manyetik rezonans (NMR) spektroskopisinde güvenilir manyetik özellikleri hesaplamamıza izin vermektedir (Rani ve ark., 2010; Subramanian, Sundaraganesan ve Jayabharathi, 2010; Wade, 2006). Optimize edilmiş yapılardan minimum enerji ile 3-metil-4-(3-metoksi-(p-nitrobenzoksi)-benzilidenamino)-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-on bileşiğinin ^{13}C-NMR ve ^{1}H-NMR kimyasal kayma değerleri hesaplanmıştır. Çalışılan bileşiğin kimyasal kayma değerleri, DMSO çözüzüsünde 6-311+G(d,p) temel seti yardımıyla DFT/B3LYP yönteminden elde edilen veriler GIAO NMR yöntemi kullanılarak elde edilmiştir (Tablo 3). Bileşiğinin ^{13}C-NMR ve ^{1}H-NMR Kimyasal kayma değerleri deneysel (Manap ve ark, 2022) ve teorik olarak mukayese edilmiştir. DMSO çözücülü ortamda incelenen molekülün deneysel olarak elde edilen ve teorik olarak hesaplanan değerler arasında bir uyum olduğu görülmüştür (Tablo 3).

Tablo 3. Molekülün TMS'ye göre deneysel ve teorik olarak ^{13}C ve ^{1}H-NMR (B3LYP/(DMSO) kimyasal kayma değerleri (δ/ppm).

No	Deneysel	DFT/DMSO	HF/DMSO	No	Deneysel	DFT/DMSO	HF/DMSO
1C	151.14	151.74	-0.60	**19H**	11.85	7.14	4.71
2C	144.30	150.45	-6.15	**20H**	9.77	8.15	1.62
3C	152.80	161.44	-8.64	**21H**	7.45	7.02	0.43
4C	133.02	138.21	-5.19	**22H**	7.54	7.29	0.25
5C	111.67	117.48	-5.81	**23H**	7.66	7.43	0.23
6C	150.75	156.64	-5.89	**24H**	3.86	4.02	-0.16
7C	141.38	148.04	-6.66	**25H**	3.86	3.76	0.10
8C	123.48	126.36	-2.88	**26H**	3.86	3.68	0.18
9C	120.51	123.31	-2.80	**27H**	8.43	8.47	-0.04
10C	56.12	54.93	1.19	**28H**	8.43	8.60	-0.17
11C	162.39	167.03	-4.64	**29H**	8.37	8.50	-0.13
12C	133.79	139.21	-5.42	**30H**	8.37	8.53	-0.16
13C	131.37	136.35	-4.98	**31H**	2.31	2.22	0.09
14C	131.37	135.70	-4.33	**32H**	2.31	2.43	-0.12
15C	124.12	127.54	-3.42	**33H**	2.31	2.08	0.23
16C	124.12	127.93	-3.81				
17C	151.22	157.88	-6.66				
18C	11.07	12.78	-1.71				

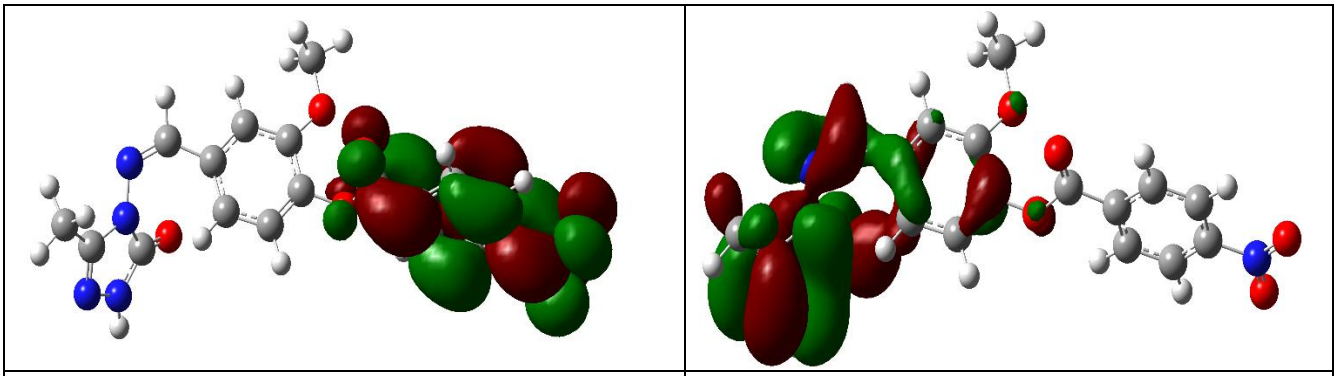
^{13}C-NMR ve ^{1}H-NMR kimyasal kayma değerleri, en küçük kareler yöntemi kullanılarak deneysel veriler analiz edilerek regresyon analizi ile hesaplanmıştır. Elde edilen R^2 değeri özellikle ^{13}C-NMR verileri için 0.9975 olarak gözlemlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. ^{13}C-NMR ve ^{1}H-NMR kimyasal kayma değerlerinin en küçük kareler yöntemi kullanılarak deneysel veriler ile hesaplanan teorik değerlerin regresyon analizi

Elektronik Özellikler

HOMO olarak adlandırılan en yüksek dolu moleküler orbital ve LUMO olarak adlandırılan en düşük boş moleküler orbital, moleküldeki en önemli moleküler orbitallerdir ve bunlara sınır moleküler orbitaller (FMO'lar) denir. FMO'lar, kuantum kimyasının yanı sıra elektronik, elektrik ve optik özellikleri belirlemede önemli bir faktördür (Pir ve ark., 2012). Elektron verici HOMO, uç bölgesinde C-C, C-H ve C-N bağlarında lokalize olur, elektron alıcısı LUMO aromatik bölgelerde C=C bağlarında belirlenir. Bu yüzden, temel olarak HOMO enerjisinden LUMO enerjisine geçiş şeklinde ifade edilen elektronik absorpsiyon, 3-metil-4-(3-metoksi-(*p*-nitrobenzoksi)-benzilidenamino)-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on bileşiğinin aromatik kısmından (C=C) uç bölgesindeki geçişleri ifade eder. FMO'lar arasındaki enerji boşluğu, bir molekülün kimyasal reaktivitesini, kimyasal sertliğini ve yumuşaklığını, optik polarize edilebilirliğini ve kinetik kararlığını belirler. HOMO ve LUMO'nun enerjileri B3LYP seviyesi için -70.236 ve -144.112 kcal/mol olarak bulunmuştur (Şekil 4). FMO'lar arasındaki enerji farkı 70.236 kcal/mol 'dür. Koopman teoremine göre, herhangi bir kimyasal türün E_{HOMO} ve E_{LUMO} değerleri, iyonlaşma enerjisi ve elektron afinite değerleri ile bağıntılıdır (Koopmans, 1933; Plakhutin ve Davidson, 2009). Elektronik özellikler literatür verilerine göre hesaplanmıştır (Jesudason ve ark., 2009; Gökçe ve Bahçeli, 2011; Arivazhagan ve Subhasini, 2012; Masoud ve ark., 2012; Kiyooka ve ark., Pearson, 1987) (Tablo 4).



E_{LUMO} (B3LYP): -70.236 Kcal/mol	**E_{HOMO} (B3LYP):** -144.112 kcal/mol

Şekil 4. 3-metil-4-(3-metoksi-(*p*-nitrobenzoksi)-benzilidenamino)-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on bileşiğinin hesaplanmış HOMO-LUMO şekilleri

Tablo 4. 3-metil-4-(3-metoksi-(*p*-nitrobenzoksi)-benzilidenamino)-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on bileşiğinin HOMO-LUMO enerjilerinden elde edilen elektronik özellikleri ve dipol momentleri

elektronik özellikler	**B3LYP**	**Dipole Moment**	**B3LYP**
Enerji Boşluğu (kcal/mol)	3.204	Toplam Enerji (a.u.)	-1420.273
İyonlaşma potansiyeli (kcal/mol)	144.112	Dipole Moment μ_x (a.u.)	2.5763
elektron ilgisi (kcal/mol)	70.236	Dipole Moment μ_y (a.u.)	2.6556
Kimyasal Sertlik (kcal/mol)	36.938	Dipole Moment μ_z (a.u.)	-0.5910
Moleküler Yumuşaklık (kcal/mol)	18.469	Dipole Moment μ_{Toplam} (a.u.)	3.7468
Elektronegatiflik (kcal/mol)	107.174		
Kimyasal Potansiyel (kcal/mol)	-107.174		
Elektrofilik Indeks (kcal/mol)	155.842		
Nükleofilik indeks (kcal/mol)	-6.309		

SONUÇ

Çalışmada kullanılan 3-metil-4-(3-metoksi-(*p*-nitrobenzoksi)-benzilidenamino)-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on Gaussian 09W programı kullanılarak DFT ve HF yöntemleri ile polarize fonksiyonlar kullanılarak optimize edilmiş ve bileşiklerdeki her bir atomun minimum enerjisi, en kararlı yerleşimleri belirlenmiştir. Çalışılan bileşiğin çizgisel olmayan optik özellikleri teorik olarak hesaplanmıştır. Lineer olmayan optik özellik gösteren bileşiklerde üre ($0.77x10^{-30}$ esu) referans olarak kullanılmaktadır (Zyss, 1994). İlgili molekülün üreden yaklaşık 10 kat daha yüksek hiperpolarizabilite değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Molekülün titreşim frekansları hesaplanmıştır. Teorik olarak hesaplanan titreşim frekansları uygun uyum faktörü ile çarpılıp teorik IR değerleri ile deneysel olarak elde edilen IR değerleri mukayese edilerek teorik bulguların deneysel verilerle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. NMR kimyasal kayma değerleri, DMSO'da aaynı yöntem ve temel set kullanılarak GIAO NMR yaklaşımı kullanılarak elde edilmiştir. ^{13}C-NMR kimyasal kayma değerlerinin teorik GIAO-NMR verileri ve deneysel veriler arasında yüksek oranda karşılaştırılabilir olduğu gözlemlenmiştir. ^{1}H NMR için, 1,2,4-triazol-5-on halkasındaki N-H protonu, ^{1}H-NMR kimyasal kayma değerlerinde asidik bir değere sahip olduğundan, korelasyonun beklenenden düşük olduğu belirlenmiştir. Son olarak incelenen molekülün HOMO ve LUMO enerjilerinden elde edilen elektronik özellikleri teorik olarak hesaplanmıştır.

KAYNAKLAR

Apaydın F 1991. Magnetik Rezonans. Hacettepe Üniversitesi, 3: 6-8.

Arivazhagan M, Subhasini VP 2012. Quantum chemical studies on structure of 2-amino- 5-nitropyrimidine, Spectrochim. Acta, 91: 402-410.

Avcı D, Atalay Y 2008. Theoretical analysis of vibrational spectra and scaling-factor of 2-aryl-1,3,4-oxadiazole derivatives, International Journal of Quantum Chemistry, 109: 328-341.

Becke AD 1988. Density-functional exchangeenergy approximation with correct asymptotic behavior. Physical Review A, 3098-3100.

Beytur M Avinca I 2021. Molecular, Electronic, Nonlinear Optical and Spectroscopic Analysis of Heterocyclic 3-Substituted-4-(3-methyl-2-thienylmethyleneamino)-4,5-dihydro-1H-1, 2, 4-triazol-5-ones: Experiment and DFT Calculations. Heterocyclic Communications, 27: 1-8

Dennington R, Keith T, Millam J 2009. GaussView, Version 5, Semichem Inc., Shawnee Mission KS.

Gökçe H, Akyıldırım O, Bahçeli S, Yüksek H, Gürsoy Kol O 2014. The 1-acetyl-3-methyl-4-[3-methoxy-4-(4-methylbenzoxy)benzylidenamino]–4,5–dihydro–1*H*–1,2,4–triazol–5–one molecule investigated by a joint spectroscopic and quantum chemical calculations. Journal of Molecular Structure, 1056-1057: 273–284.

Frisch MJ, Trucks GW, Schlegel HB, Scuseria GE, Robb MA, Cheeseman JR, Scalmani G, Barone V, Mennucci B, Petersson G A, Nakatsuji H, Caricato M, Li X, Hratchian HP, Izmaylov AF, Bloino J, Zheng G, Sonnenberg JL, Hada M, Ehara M, Toyota K, Fukuda R, Hasegawa J, Ishida M, Nakajima T, Honda Y, Kitao O, Nakai H, Vreven T, Montgomery J A, Vreven TJ., Peralta JE, Ogliaro F, Bearpark M, Heyd JJ, Brothers E, Kudin N,

Staroverov VN, Kobayashi R, Normand J, Raghavachari K, Rendell A, Burant JC, Iyengar SS, Tomasi J, Cossi M, Rega N, Millam JM, Klene M, Knox JE, Cross JB, Bakken V, Adamo C, Jaramillo J, Gomperts R, Stratmann RE, Yazyev O, Austin AJ, Cammi R, Pomelli CJ, Ochterski W, Martin LR, Morokuma K, Zakrzewski VG, Voth GA, Salvador P, Dannenberg JJ, Dapprich S, Daniels AD, Farkas O, Foresman JB, Ortiz JV, Cioslowski J, Fox D J 2009. Gaussian Inc., (Wallingford, CT).

Gokçe H, Bahçeli S 2011. A study on quantum chemical calculations of 3-, 4-nitroben- zaldehyde oximes, Spectrochim. Acta A. 79: 1783-1793.

Jamróz MH 2004. Vibrational energy distribution analysis: VEDA 4 program, Warsaw.

Jesudason E, Sridhar SK, Malar EJ, Shanmugapandiyan P, Inayathullah M, Arul V, Selvaraj D, Jayakumar R 2009. Synthesis, Pharmacological screening, quantum chemical and in vitro permeability studies of N-Mannich bases of benzimidazoles through bovine cornea, Eur J Med Chem, 44: 2307–2312.

Kaczor AA, Pitucha M, Karczmarzyk Z, Wysocki W, Rzymowska J, Matosiuk D 2013. Structural and molecular docking studies of 4-benzyl-3-[(1-methylpyrrol- 2-yl)methyl]-4,5-dihydro-1h-1,2,4-triazol-5-one with anticancer activity. Medicinal Chemistry, 9 (3): 313-328.

Kiyooka S, Kaneno D, Fujiyama R 2013. Parr's index to describe both electrophilicity and nucleophilicity, Tetrahedron Letters, 54: 339.

Koopmans T 1933. Über die zuordnung von wellenfunktionen und eigenwerten zu den einzelnen elektronen eines atoms, Physica (Amsterdam) 1: 104.

Lee SY, 1998. Molecular structure and vibrational spectra of biphenyl in the ground and the lowest triplet states. Density Functional Theory Study, Bulletin of the Korean Chemical Society, 19(1): 93-98.

Manap S, Yüksek H, Ekinci Z, Sel E 2022. in vitro Antioxidant and Antimicrobial Activities of Some Novel 3-Alkyl-4-[3-methoxy-4-(*p*-nitrobenzoxy)-benzylideneamino]-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones, Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering, 22: 021202, 275-281.

Masoud MS, Ali AE, Shaker MA, Elasala GS 2012. Synthesis, computational, spectroscopic, thermal and antimicrobial activity studies on some metal–urate complexes, Spectrochim. Acta A, 90: 93-108.

Merrick JP, Moran D, Radom L 2007. An Evaluation of harmonic vibrational frequency scale factors. Journal of Physical Chemistry A, 111(45): 11683-11700.

Pearson RG 1987. Absolute electronegativity and hardness: application to inorganic chemistry, Inorganic Chemistry, 27: 734-740.

Pir H, Günay N, Avcı D, Atalay Y 2012. Molecular structure, vibrational spectra, NLO and NBO analysis of bis(8-oxy-1-methylquinolinium) hydroiodide, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 96: 916–924.

Plakhutin BN, Davidson ER 2009. Koopmans' theorem in the restricted open-shell Hartree-Fock method. 1. A variational approach, journal of chemical physics, 113 (45): 12386–12395.

Prasad O, Sinha L, Misra N, Naraya, V, Kumar N, Pathak J 2010. Molecular structure and vibrational study on 2,3-dihydro-1H-indene and its derivative 1H-indene-1,3(2H)-dione by density functional theory calculations. Journal of Molecular Structure, 940(1): 82-86

Rani AU, Sundaraganesan N, Kurt M, Çınar M, Karabacak M 2010. FTIR and FTRaman spectra, assignments, ab initio HF and DFT analysis of 4-nitrotoluene, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 75: 1523–1529.

Subramanian N, Sundaraganesan N, Jayabharathi J 2010. Molecular structure, spectroscopic (FT-IR, FT-Raman, NMR, UV) studies and first-order molecular hyperpolarizabilities of 1,2-bis(3-methoxy-4-hydroxybenzylidene)hydrazine by density functional method, Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 76: 259-269.

Tamer Ö, Avcı D, Atalay Y 2015. The effects of electronegative substituent atoms on structural, vibrational, electronic and NLO properties of some 4-nitrostilbene derivates. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 136: 644–650.

Turhan Irak Z, Gümüş S (2017). Heterotricyclic compounds via click reaction: A computational study. Noble International Journal of Scientific Research, 1(7):80-89.

Uğurlu G, Beytur M 2020. Theoretical Studies on The Structural, Vibrational, Conformational Analysis and Nonlinear Optic (NLO) Property of 4-(Methoxycarbonyl) Phenylboronic Acid. Indian Journal of Chemistry-Section A, 59 (10): 1504-1512.

Wade Jr LG 2006. Organic Chemistry, 6nd ed.; Pearson Prentice Hall: New Jersey,

Vosko SH, Wilk L, Nusair M 1980. Accurate spin dependent electron of liquid correlation energies for local spin density calculations. Canadian Journal of Physics, 58: 1200- 1211.

Yüksek H, Çakmak İ, Sadi S, Alkan M 2005. Synthesis and GIAO NMR Calculations for Some Novel 4-Heteroarylidenamino-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one Derivatives: Comparison of Theoretical and Experimental ^{1}H and ^{13}C Chemical Shifts. International Journal of Molecular Sciences, 6; 219-229.

Zyss J 1994. Molecular Non linear Optics: materials, physics and devices, Academic Press, Boston.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Heterosiklik 2-Metoksi-4-[(3-metil-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on-4-il)-azometin]-fenil furan-2-karboksilat bileşiğinin spektroskopik ve doğrusal olmayan optik özellikleri

Sevda Manap* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5025-9622*), Haydar Yüksek (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1289-1800*), Murat Beytur (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7098-5592*),

*1 Kafkas Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Kars, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: manapsevda@gmail.com

Özet
Teorik çalışmada, 2-metoksi-4-[(3-metil-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on-4-il)-azometin]-fenil furan-2-karboksilat molekülü temel halde yoğunluk fonksiyonel yöntemi (DFT/B3LYP) kullanılarak 6-311G(d,p) temel seti ile hesaplanmıştır. DFT yöntemleriyle hesaplanan ilgili bileşiğin titreşim spektrumları, güvenilir titreşim değerlendirilmelerine izin veren bir doğrulukla titreşim dalga sayılarını ve yoğunluklarını yeniden üretmektedir. Teorik ve deneysel olarak çalışılan bileşiğin IR spektrumu teorik olarak 4000–400 cm^{-1} bölgesinde incelenmiştir. Gözlenen tüm piklerin değerlendirilmesi yapılmıştır. Hesaplanan IR verilerinin tanımlanmasında veda4f programı kullanılmıştır. Çalışılan bileşiğin hesaplanan IR verileri, B3LYP yönteminin 6-311G(d,p) temel seti kullanılarak gaz fazında hesaplanmış ve uygun düzeltme faktörü ile çarpılmıştır. B3LYP yöntemine göre elde edilen verilerden teorik IR spektrumu elde edilmiştir. Ayrıca, 2-metoksi-4-[(3-metil-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on-4-il)-azometin]-fenil furan-2-karboksilat molekülünün ^{1}H- ve ^{13}C- nükleer manyetik rezonans kimyasal kayma değerleri GIAO yöntemine göre hesaplanmıştır. Hesaplanan ^{1}H-NMR ve ^{13}C-NMR kimyasal kayma değerleri deneysel değerlerle karşılaştırılıp ve birbirleriyle uyumlu olduğu görülmüştür. Ayrıca, çalışılan Schiff bazı türevinin toplam statik dipol momenti (μ), ortalama polarize edilebilirlik (<α>), polarizasyon anizotropisi (Δα) ve ortalama birinci dereceden hiperpolarize edilebilirlik (<β>) aynı temel set ve aynı yöntem kullanılarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar referans madde olan üre ile karşılaştırılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Schiff bazı, GIAO, B3LYP, Spektroskopik, Polarizabilite, Hiperpolarizabilite

Spectroscopic and Non-Linear Optical Properties of Heterocyclic 2-methoxy-4-[(3-methyl-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-on-4-yl)-azomethine]-phenyl furan-2-carboxylate Compound

Abstract
In theoretical study, 2-methoxy-4-[(3-methyl-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-on-4-yl)-azomethine]-phenyl furan-2-carboxylate molecule calculated using the ground state density functional method (DFT/B3LYP) with the basis set 6-311G(d,p). The vibrational spectra of the related compound calculated by DFT methods reproduce vibrational wave numbers and intensities with an accuracy that allows reliable vibration evaluations. The IR spectrum of the compound studied theoretically and experimentally was investigated in the region of 4000–400 cm^{-1}. All observed peaks were evaluated. Veda4f program was used to define the calculated IR data. The calculated IR data of the studied compound were calculated in the gas phase using the 6-311G(d,p) basis set of the B3LYP method and multiplied by the appropriate correction factor. The calculated ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR chemical shift values were compared with the experimental values and were found to be compatible with each other. In addition, the total static dipole moment (μ), average polarizability (<α>), polarization anisotropy (Δα) and average first order hyperpolarizability (<β>) of the studied Schiff base derivative were investigated using the same basic set and the same method. The results obtained were compared with the reference substance urea.

GİRİŞ

Araştırmacılar, moleküler sistemlerin yapısal, spektroskopik, manyetik, elektronik ve termodinamik özelliklerinin incelenmesi için çok geniş kapsamlı kuantum kimyasal hesaplama yöntemleri kullanmışlardır. Bu yöntemlerden Yoğunluk Fonksiyon Teorisi (DFT) literatürdeki birçok çalışmada moleküler özelliklerin etkin ve doğru bir şekilde değerlendirilmesi için kullanılmıştır (Yüksek ve ark., 2005; Shokhmkar ve ark., 2014; Thanigaimani ve ark., 2015; Tamer, Avcı ve Atalay, 2015; Preat ve ark., 2016).

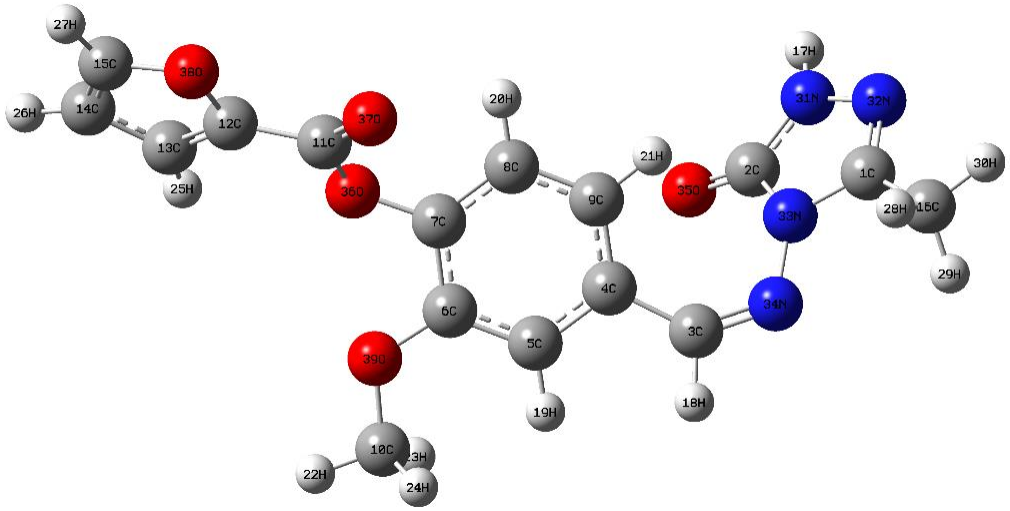
Bu çalışmada, 3-metoksi-4-(furan-2-karboniloksi)-benazaldehid; 3-metoksi-4-hidroksibenzaldehidin trietilamin varlığında furan-2-karbonil klorür ile muamelesinden elde edilmiş ve 3-etil-4-amino-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on ile reaksiyonundan 2-metoksi-4-[(3-metil-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on-4-il)-azometin]-fenil furan-2-karboksilat bileşiği sentezlenmiştir (Şekil 1) (Manap, 2022). Bu çalışmanın amacı, X molekülünün yapısı, titreşim frekansları, ^{1}H- ve ^{13}C-NMR kimyasal kaymalarını, polarizebiliteleri, hiperpolarizebilite özelliklerini Gaussian 09W programı DFT/B3LYP/6-311G(d,p) temel setiyle teorik olarak incelenmiş ve spektroskopik özellikler deneysel parametrelerle mukayese edilmiştir.

MATERYAL VE METOD

Hesaplama Yöntemleri

2-metoksi-4-[(3-metil-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on-4-il)-azometin]-fenil furan-2-karboksilat bileşiğinin üç boyutlu yaklaşık geometrisi GaussView 5.0 programında (Dennington ve ark., 2009) çizilmiştir. Çizilen bu geometriden Gaussian 09W programı kullanılarak Yoğunluk Fonksiyonu Teorisi metodu ve polarize fonksiyonları içeren 6-311G(d,p) temel seti ile optimize edilerek bileşikteki herbir atomun minimum enerjili, uzaydaki en kararlı yerleşimleri ve uzay yapısı belirlenmiştir (Gümüş ve ark., 2015) (Şekil 1). Yapılan çalışmada, kapsamlı ve birçok temel set seçeneğine sahip olan Gaussian 09W software kullanılmıştır (Frisch ve ark., 2009). Tüm yapıların geometrik optimizasyonları MM2 metodu ve ondan sonra yarı-ampirik PM3 metodu yoluyla oluşturulmuştur (Turhan Irak ve Gümüş, 2017). Moleküllerin teorik infrared spektrumları, NMR kimyasal kayma değerleri, iyonlaşma enerjileri, elektron ilgisi, kimyasal sertlik, kimyasal yumuşaklık, elektronegatiflik ve hiperkutuplanma gibi birçok özellik hesaplanabilir. Bütün bu teorik hesaplama işlemlerinde moleküllerin veya atomların temel ya da uyarılmış hali kullanılabilir (Frisch ve ark., 2009; Gümüş ve ark., 2015).

Bu çalışmada, Öncelikle, molekülün üç boyutlu geometrisi Gaussview (Dennington ve ark., 2009) programında çizilerek GAUSSIAN 09W programında (Frisch ve ark., 2009) giriş verisi olarak kullanılmış ve gaz fazında optimize edilmiştir. IR, ^{1}H-NMR ve ^{13}C-NMR, kimyasal kayma değerleri yoğunluk fonksiyonu teorisi (YFT) (Becke, 1988; Lee ve ark. 1998) yöntemi ve 6-311G(d,p) polarize temel seti yardımıyla elde edilmiştir. Geometri optimizasyonu kullanarak incelenen bileşiğin son olarak, çizgisel olmayan optik özellikleri; tek nokta enerji hesabında polar hesapları yapılarak polarizebilite ve hiperpolarizebilite değerleri hesaplanmıştır.



Şekil 1. 2-Metoksi-4-[(3-metil-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on-4-il)-azometin]-fenil furan-2-karboksilat bileşiğinin (6-311G(d,p)) gausview görünümü

BULGULAR ve TARTIŞMA

İnfrared Spektrum Analizi

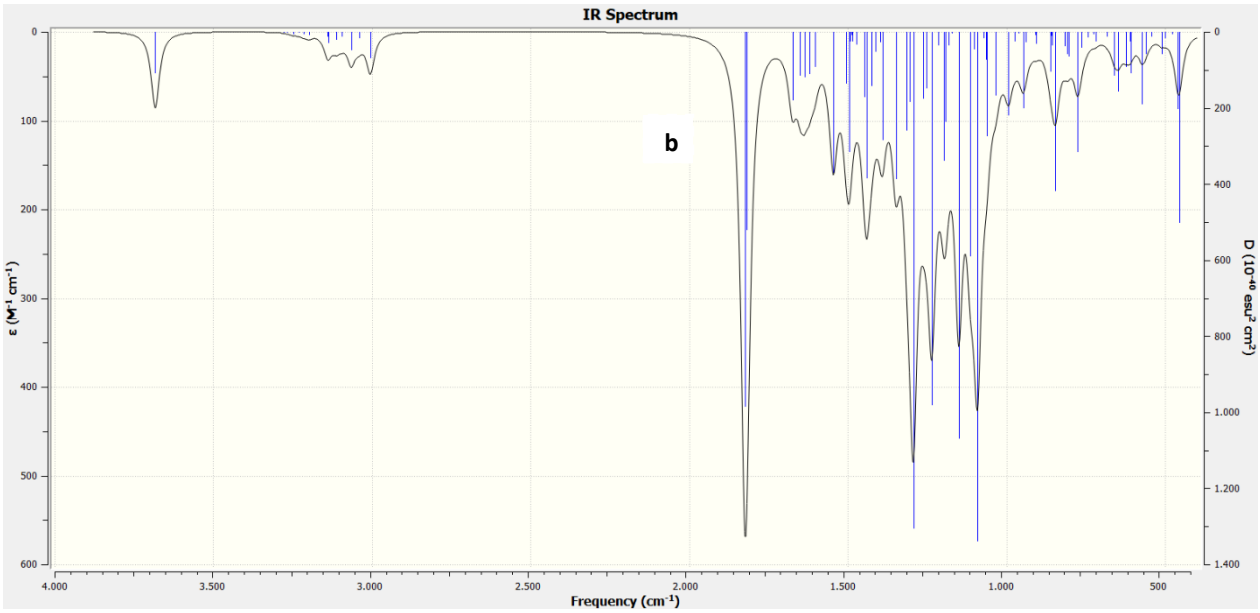
2-Metoksi-4-[(3-metil-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on-4-il)-azometin]-fenil furan-2-karboksilat bileşiğinin B3LYP yöntemi ve 6-311G(d,p) temel setine göre teorik titreşim frekansları gaz fazında hesaplanmıştır. B3LYP'ye göre elde edilen değerler kullanılarak teorik IR spektrumları çizilmiş (Şekil **3**) ve titreşim frekansları B3LYP/6-311G(d,p) metodu için 0.948 katsayısı ile çarpılmıştır (Merrick ve ark., 2007). Teorik olarak elde edilen titreşim verilerinin belirlenmesinde Veda4f programından yararlanılmıştır (Jamroz, 2004). İlgili bileşiğinin

düzlemsel ve lineer olmayan bir yapıda olup 111 titreşimi vardır (Gans, 1971). Teorik IR spektral değerleriyle deneysel IR spektral değerleri mukayese edilip literatürdeki benzer bileşiklerle ilgili yapılan benzer çalışmalarda elde edilen değerlerle uyumlu olduğu görülmüştür (Lee, 1998; Uğurlu ve Beytur, 2020).

Tablo 2. Molekülün seçilmiş teorik frekans değerleri ve titreşim türleri

Titreşim türleri	Deneys.	skalalı dft
ν **$O_{36}C_7$, *ν* $O_{36}C_{11}$, *ν* $O_{38}C_{12}$, *ν* $O_{38}C_{15}$ (24)**	1262	1171
ν **$O_{36}C_7$, *ν* $O_{36}C_{11}$, *ν* $O_{38}C_{12}$, *ν* $O_{38}C_{15}$ (24)**	1262	1238
ν **$N_{34}C_3$ (66)**	1608	1564
ν **$N_{32}C_1$ (70)**	1608	1588
ν **$O_{37}C_{11}$ (85)**	1699	1723
ν **$O_{35}C_2$ (77)**	1740	1730
ν **$N_{31}H_{17}$ (100)**	3174	3491

ν, gerilme; **δ**, bükülme; **δ_s**, makaslama; **ρ**, sallanma; **γ**, düzlem dışı bükülme **τ**, dönme



Şekil 2. Molekülün teorik (B3LYP) IR spektrumu

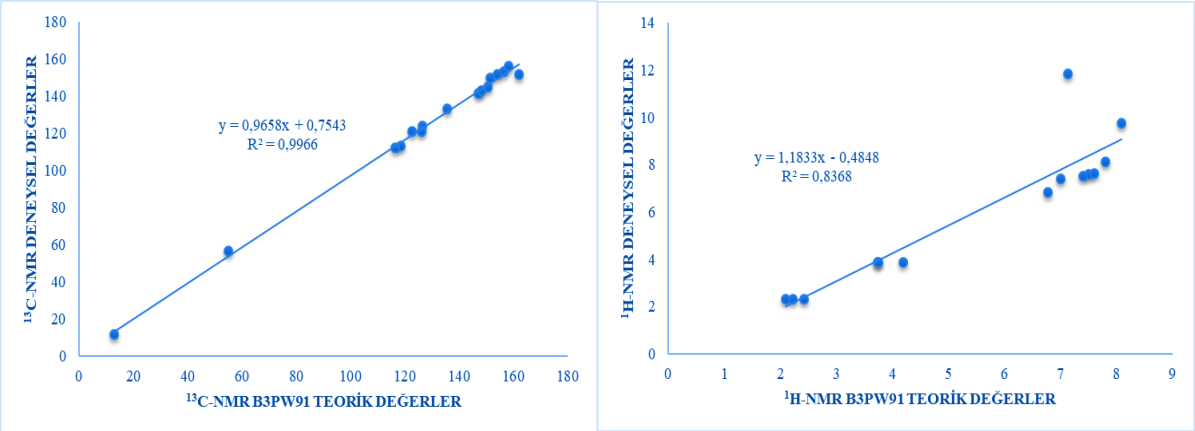
NMR Spektral Analiz

^{1}H ve ^{13}C NMR kimyasal kayma değerleri GIAO yöntemi kullanılarak hesaplandı. 2-Metoksi-4-[(3-metil-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on-4-il)-azometin]-fenil furan-2-karboksilat bileşiğinin ^{13}C-NMR ve ^{1}H-NMR Kimyasal kayma değerleri deneysel (Manap, 2022) ve teorik olarak mukayese edilmiştir. DMSO çözücülü ortamda incelenen molekülün deneysel olarak elde edilen ve teorik olarak hesaplanan değerler arasında bir uyum olduğu görülmüştür (Tablo 2).

Tablo 3. Molekülün TMS'ye göre deneysel ve teorik olarak ^{13}C ve ^{1}H-NMR (B3LYP/(DMSO) kimyasal kayma değerleri (δ/ppm.

No	Deneysel	DFT/DMSO	HF/DMSO	No	Deneysel	DFT/DMSO	HF/DMSO
1C	149.79	151.61	-1.82	**17H**	11.86	7.14	4.72
2C	144.79	150.54	-5.75	**18H**	9.76	8.09	1.67
3C	151.78	162.07	-10.29	**19H**	7.39	7.01	0.38
4C	133.32	135.49	-2.17	**20H**	7.61	7.50	0.11
5C	113.30	118.46	-5.16	**21H**	7.51	7.40	0.11
6C	153.21	156.48	-3.27	**22H**	3.86	4.20	-0.34
7C	141.30	146.95	-5.65	**23H**	3.86	3.74	0.12
8C	124.09	126.40	-2.31	**24H**	3.86	3.75	0.11
9C	120.95	122.66	-1.71	**25H**	7.64	7.61	0.03
10C	56.46	55.10	1.36	**26H**	6.82	6.77	0.05
11C	155.97	158.20	-2.23	**27H**	8.13	7.81	0.32
12C	143.02	148.34	-5.32	**28H**	2.31	2.22	0.09
13C	121.01	126.21	-5.20	**29H**	2.31	2.43	-0.12
14C	111.99	116.55	-4.56	**30H**	2.31	2.09	0.22
15C	151.68	154.12	-2.44				
16C	11.57	12.83	-1.26				

^{13}C-NMR ve ^{1}H-NMR kimyasal kayma değerleri, en küçük kareler yöntemi kullanılarak deneysel veriler analiz edilerek regresyon analizi ile hesaplanmıştır. Elde edilen R^2 değeri özellikle ^{13}C-NMR verileri için 1'e yakın bulunmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. ^{13}C-NMR ve ^{1}H-NMR kimyasal kayma değerlerinin en küçük kareler yöntemi kullanılarak deneysel veriler ile hesaplanan teorik değerlerin regresyon grafiği

Doğrusal olmayan optik özellikler

2-Metoksi-4-[(3-metil-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-on-4-il)-azometin]-fenil furan-2-karboksilat bileşiğinin dipol moment (μ), lineer polarize olabilirlik (α) ve birinci hiperpolarize edilebilirlik (β) değerleri, B3LYP/6-311G(d) teori seviyesi kullanılarak araştırılmıştır (Govindarajan, Periandy ve Carthigayen, 2012) (Tablo 4).

Tablo 4. Molekülün (B3LYP/6-311G(d,p)) hesaplanan dipol moment, polarizebilite ve hiperpolarizebilite değerleri değerleri

	B3LYP		**B3LYP**
μ_x	-2.7102 debye	β_{xxx}	10235.01 a.u.
μ_y	2.4236 debye	β_{xxy}	-431.28 a.u.
μ_z	0.1322 debye	β_{xyy}	-155.96 a.u.
μ_{Toplam}	3.6382 debye	β_{yyy}	188.66 a.u.
α_{xx}	50.689 a.u.	β_{xxz}	368.18 a.u.
α_{yy}	30.346 a.u.	B_{xyz}	627.41 a.u.
α_{zz}	22.467 a.u.	B_{yyz}	-4288.22 a.u.
α	$34.501x10^{-24}$ esu	β_{xzz}	-527.01 a.u.
$\Delta\alpha$	$25.224x10^{-24}$ esu	β_{yzz}	-486.13 a.u.
β_x	9647.77 a.u.	B_{zzz}	68.60 a.u.
β_y	2184.24 a.u.	β	$11.222x10^{-30}$ esu
β_z	-5299.63 a.u.		

SONUÇ

2-metoksi-4-[(3-metil-4,5-dihidro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on-4-il)-azometin]-fenil furan-2-karboksilat bileşiğinin IR ve NMR gibi spektroskopik özellikleri deneysel ve teorik olarak B3LYP/6-311G(d,p polarize temel seti kullanılarak incelenmiştir. Öncelikle, molekülün en kararlı yapısının bulunabilmesi amacıyla, gaz fazı geometri optimizasyonu öncelikle MM2 yöntemi ve onu takip eden yarı empirik PM3 kendi içinde tutarlı moleküler orbital metodu kullanılarak hesaplanmıştır. Daha ileri geometri optimizasyonu B3LYP/6-311G(d,p) düzeyi ile belirlenmiştir. Optimize yapıdan yola çıkarak molekülün titreşim frekansları hesaplanmıştır. Teorik olarak hesaplanan titreşim frekansları uygun uyum faktörü ile çarpılıp teorik IR değerleri ile deneysel olarak elde edilen IR değerleri mukayese edilerek teorik bulguların deneysel verilerle ve literatürdeki benzer bileşiklerle ilgili yapılan benzer çalışmalarda elde edilen değerlerle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. ^{1}H-NMR ve ^{13}C-NMR kimyasal kayma değerleri B3LYP/6311+G(d) (DMSO) yöntemine göre incelenen bileşik için hesaplanmış ve deneysel olarak elde edilen değerler ile karşılaştırılıp aralarında uyum gözlenmiştir. Bu çalışmada son olarak, çalışılan bileşiğinin çizgisel olmayan optik özellikleri teorik olarak hesaplanmıştır. Lineer olmayan optik özellik gösteren bileşiklerde üre ($0.77x10^{-30}$ esu) referans olarak kullanılmaktadır (Zyss, 1994). İlgili molekülün üreden daha yüksek hiperpolarizabilite değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Becke AD 1988. Density-functional exchangeenergy approximation with correct asymptotic behavior. Physical Review A, 3098-3100.

Dennington R, Keith T, Millam J 2009. GaussView, Version 5, Semichem Inc., Shawnee Mission KS.

Gümüş PH, Tamer Ö, Avcı D, Atalay Y 2015. 4-(Metoksimetil)-1,6-dimetil-2-okso-1,2-dihidropiridin-3-karbonitril molekülünün teorik olarak incelenmesi. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 3: 303-311.

Frisch MJ, Trucks GW, Schlegel HB, Scuseria GE, Robb MA, Cheeseman JR, Scalmani G, Barone V, Mennucci B, Petersson G A, Nakatsuji H, Caricato M, Li X, Hratchian HP, Izmaylov AF, Bloino J, Zheng G, Sonnenberg JL, Hada M, Ehara M, Toyota K, Fukuda R, Hasegawa J, Ishida M, Nakajima T, Honda Y, Kitao O, Nakai H, Vreven T, Montgomery J A, Vreven TJ., Peralta JE, Ogliaro F, Bearpark M, Heyd JJ, Brothers E, Kudin N, Staroverov VN, Kobayashi R, Normand J, Raghavachari K, Rendell A, Burant JC, Iyengar SS, Tomasi J, Cossi M, Rega N, Millam JM, Klene M, Knox JE, Cross JB, Bakken V, Adamo C, Jaramillo J, Gomperts R, Stratmann RE, Yazyev O, Austin AJ, Cammi R, Pomelli CJ, Ochterski W, Martin LR, Morokuma K, Zakrzewski VG, Voth GA, Salvador P, Dannenberg JJ, Dapprich S, Daniels AD, Farkas O, Foresman JB, Ortiz JV, Cioslowski J, Fox D J 2009. Gaussian Inc., (Wallingford, CT).

Gans P 1971. Vibrating molecules. Chapman and Hall, 18-59.

Govindarajan M, Periandy S, Carthigayen K 2012. FT-IR and FT-Raman spectra, thermo dynamical behavior, HOMO and LUMO, UV, NLO properties, computed frequency estimation analysis and electronic structure

calculations on α-bromotoluene. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 97: 411-422.

Jamróz MH 2004. Vibrational energy distribution analysis: VEDA 4 program, Warsaw.

Lee SY, 1998. Molecular structure and vibrational spectra of biphenyl in the ground and the lowest triplet states. Density Functional Theory Study, Bulletin of the Korean Chemical Society, 19(1): 93-98.

Lee C, Yang W, R. Parr G 1998. Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density, Physical Review B, 785-789.

Manap S 2022. Synthesis and *in vitro* Antioxidant and Antimicrobial Activities of Novel 2-Methoxy-4-[(3-alkyl/aryl-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-on-4-yl)-azomethine]-phenyl Furan-2-carboxylates and their N-Acetyl, N-Mannich Base Derivatives. Journal of the Iranian Chemical Society, 19: 1347-1368.

Merrick JP, Moran D, Radom L 2007. An Evaluation of harmonic vibrational frequency scale factors. Journal of Physical Chemistry A, 111(45): 11683-11700.

Preat J, Jacquemin D, Wathelet V, Andre JM, Parpete EA, 2006. TD-DFT Investigation of the UV Spectra of Pyranone Derivatives, The Journal of Physical Chemistry A, 110 (26): 8144-8150.

Shokhmkar M, Raissi H, Mollania F 2014. Molecular structure, conformational stability, energetic and intramolecular hydrogen bonding in ground, and electronic excited state of 3-mercapto propeneselenal. Structural Chemistry, 25 (4): 1153-1164.

Tamer Ö, Avcı D, Atalay Y 2015. The effects of electronegative substituent atoms on structural, vibrational, electronic and NLO properties of some 4-nitrostilbene derivates. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 136: 644–650.

Thanigaimani K, Khalib NC, Temel E, Arshad S, Razak IA, 2015. Hydration process as an activation of trans- and cisplatin complexes in anticancer treatment. DFT and ab initio computational study of thermodynamic and kinetic parameters. Journal of Molecular Structure, 1099: 246-256.

Turhan Irak Z, Gümüş S (2017). Heterotricyclic compounds via click reaction: A computational study. Noble International Journal of Scientific Research, 1(7):80-89.

Uğurlu G, Beytur M 2020. Theoretical Studies on The Structural, Vibrational, Conformational Analysis and Nonlinear Optic (NLO) Property of 4-(Methoxycarbonyl) Phenylboronic Acid. Indian Journal of Chemistry-Section A, 59 (10): 1504-1512.

Yüksek H, Çakmak İ, Sadi S, Alkan M 2005. Synthesis and GIAO NMR Calculations for Some Novel 4-Heteroarylidenamino-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one Derivatives: Comparison of Theoretical and Experimental ^{1}H and ^{13}C Chemical Shifts. International Journal of Molecular Sciences, 6; 219-229.

Zyss J 1994. Molecular Non linear Optics: materials, physics and devices, Academic Press, Boston.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Membrane effect analysis of cross-ply laminated beams resting on Pasternak Foundation

Ülkü Hülya ÇALIK-KARAKÖSE[1*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2944-7434)*

[1] Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Department of Civil Engineering, Istanbul, Turkey

*Corresponding author e-mail: calikkarakose@itu.edu.tr

Abstract
In this paper, static analysis of simply supported cross-ply laminated beams resting on Pasternak foundations is performed under uniformly distributed transverse load using SAP2000 software package. The cross-ply laminated beam is modelled using layered shell finite elements and the foundation model is created with plane strain finite elements by making some adjustments to the elastic properties of the element. The interaction between the beam and the foundation is provided by equalizing the beam and corresponding foundation nodal deflections. The membrane effects are accounted for by assigning the supports as pinned supports and excluded by converting one end supports into roller supports. Deflections of the beam without foundation and the beam on Pasternak foundation for different parameters are obtained including and excluding the membrane effects and given comparatively.
Keywords: cross-ply laminated beam, membrane effect, Pasternak foundation

INTRODUCTION

Laminated composite beams resting on elastic foundations are widely used in many engineering applications and several studies have been carried out on this topic in the literature. (Khdeir and Reddy, 1997) developed exact solutions for bending of symmetric and antisymmetric cross-ply rectangular laminated beams with various boundary conditions using the classical, first-order, second-order and third-order beam theories. (Afshin and Taheri-Behrooz, 2015) presented the interlaminar stresses in a laminated composite beam resting on the Winkler-type elastic foundation and examined the free edge effects. Nonlinear bending and free vibration analyses of shear deformable anisotropic laminated composite beams on two-parameter (Pasternak) elastic foundations are presented in (Li and Zhao, 2015) and (Li and Qiao, 2014), respectively. (Doeva et al., 2021) derived analytical solutions for bending of composite beams resting on two-parameter elastic foundations with coupling terms between extension, shear, bending and twisting. The coupling effects of extension and bending (membrane effects) in FGM plates are investigated by (Orakdöğen et al., 2010) using a developed mixed finite element and also those effects are analyzed in FGM plates resting on orthotropic Pasternak foundations through a finite element analysis by (Çalık-Karaköse, 2022). In this study, membrane effects (m.e.) in cross-ply laminated beams resting on Pasternak foundations are analyzed using the well-known SAP2000 software package, (SAP2000, v18, 2016).

MATERIALS AND METHODS

The laminated beam is modelled using shell finite elements consisting of a number of layers in the thickness direction and the section properties are defined using “Shell-Layered/Nonlinear” section type in which the materials and the material angles are assigned. Isotropic Pasternak foundation is modelled using shell finite elements with “plane-strain” section type and unit thickness, (Elmacı, 2019; Aykılıç, 2019). The material symmetry type of the isotropic foundation element is chosen as “orthotropic” and all material properties are assigned to zero except for the shear moduli G_{13} and G_{23} corresponding to the second parameter of the Pasternak foundation. The first parameter of the Pasternak foundation (Winkler parameter) is represented by springs and is taken into account as “area springs” which are assigned to the surface of the foundation. The beam and the foundation vertical nodal displacements are equalized using “Equal constraint” property of the software. The membrane effects are accounted for by assigning the beam supports and the corresponding nodes of the foundation as pinned supports and these effects are excluded by releasing the longitudinal translational degree of freedom of one end supports both for the beam and the foundation. The finite element model of the beam-foundation system with membrane effects is shown in Figure 1.

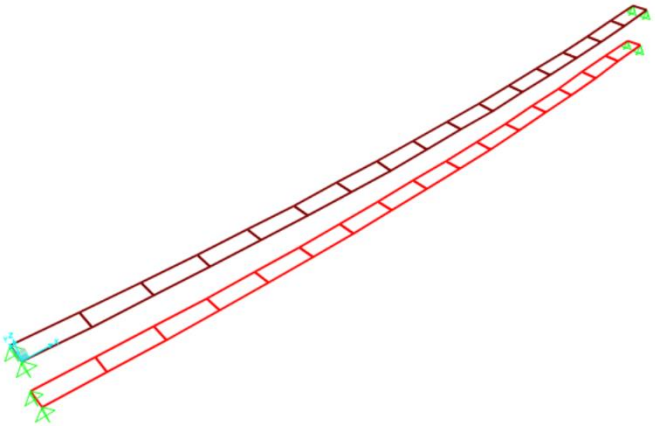


Figure 1. Finite element model of the beam-foundation system with membrane effects

RESULTS AND DISCUSSION

Simply supported cross-ply laminated beam

Static analysis of a cross-ply rectangular laminated beam example taken from (Khdeir and Reddy, 1997) is performed in order to verify the beam model. The deflections for three-layer ($0^0/90^0/0^0$) symmetric and two-layer ($0^0/90^0$), four-layer ($0^0/90^0/0^0/90^0$) and ten-layer ($0^0/90^0/0^0/90^0/\ldots$) antisymmetric simply-supported cross-ply laminated beams without membrane effects are obtained due to a uniformly distributed load of 0.001 kN/m and given comparatively in Figure 2. Dimensionless orthotropic material properties are
$E_1/E_2=25$, $G_{12}=G_{13}=0.5E_2$, $G_{23}=0.2E_2$, $\nu_{12}=0.25$ and h/L=1/10. Dimensionless deflections along the beam axis are calculated using

$$w' = \frac{wAE_2h^2 10^2}{f_0\, L^4}$$

where A is the cross-sectional area, h is the total thickness, f_0 is the intensity of the load and L is the length of the beam.

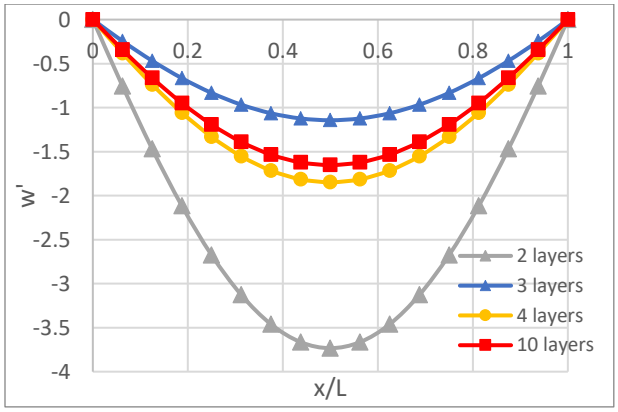


Figure 2. Deflections of a cross-ply laminated beam under uniformly distributed load for different number of layers

The maximum deflections occurring at the midsection of the beam are compared with those taken from (Khdeir and Reddy, 1997) as seen in Table 1 and it is observed that the deflections are in very good agreement with the reference solution.

Table 1. Comparison of Dimensionless Central Deflections

	Central Deflection (w')			
	2 layers	3 layers	4 layers	10 layers
(Khdeir and Reddy, 1997)	3.70	1.10	1.87	1.66
present study	3.73	1.14	1.85	1.65

Simply supported cross-ply laminated beam on Isotropic Pasternak foundation

A simply supported cross-ply rectangular laminated beam resting on an isotropic Pasternak foundation is solved for different number of layers, for three different foundation parameters and for membrane effects. Note that the beam properties are the same as in the previous example. Dimensionless foundation parameters K_w (Winkler parameter) and K_p (shear parameter) are defined as

$$K_w = \frac{k_w\, L^4}{AE_2h^2 10^2} \quad , \quad K_p = \frac{k_p\, L^2}{AE_2h^2 10^2}$$

The deflections of the two-layer ($0^0/90^0$) cross-ply laminated beam and the beam on Pasternak foundation having different parameters are obtained including and excluding the membrane effects and given comparatively in Figure 3. It is observed that the deflections of the beam without foundation decrease significantly when membrane effects are taken into account. The differences in deflections gradually decrease for the beam on foundation with dimensionless parameters K_w=1 , K_p=1; K_w=10 , K_p=1; K_w=1 , K_p=10, respectively.

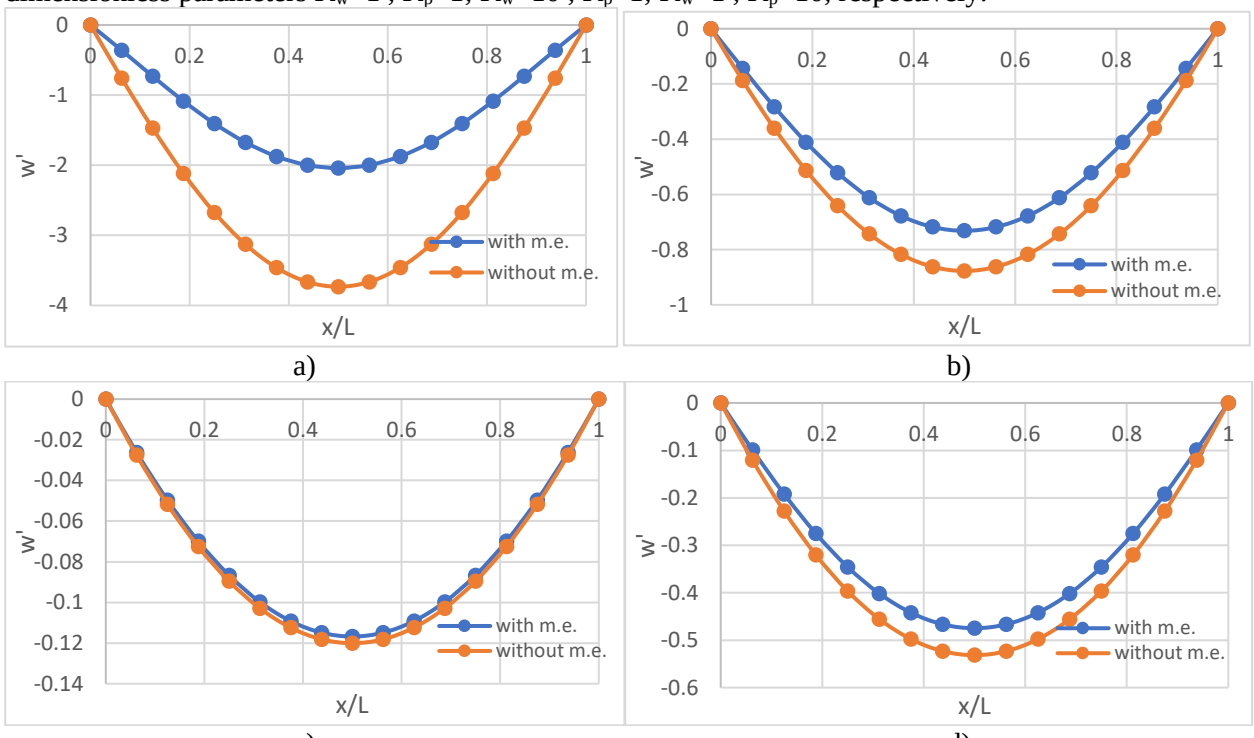


Figure 3. Deflections of the two-layer cross-ply laminated beam
a) Beam without foundation
b) Beam with foundation (K_w=1 , K_p=1)
c) Beam with foundation (K_w=1 , K_p=10)
d) Beam with foundation (K_w=10 , K_p=1)

It is seen in Figure 4 that the deflections of the three-layer cross-ply laminated beam do not change with the inclusion of membrane effects which is due to the symmetric property of the beam cross-section.

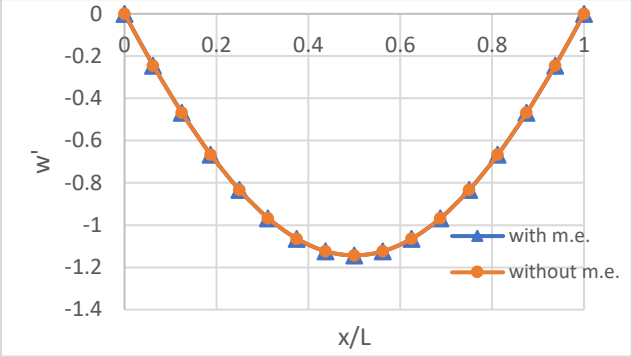


Figure 4. Deflections of the three-layer cross-ply laminated beam

It is observed in Figures 5 and 6 that the membrane effects decrease as the number of layers of the antisymmetric cross-ply laminated beam increases. In the four-layered beam case, the membrane effects vanish when the dimensionless foundation parameters are K_w=1 , K_p=10, Figure 5c. When the number of layers is increased to ten, the membrane effects disappear for all cases, Figure 6.

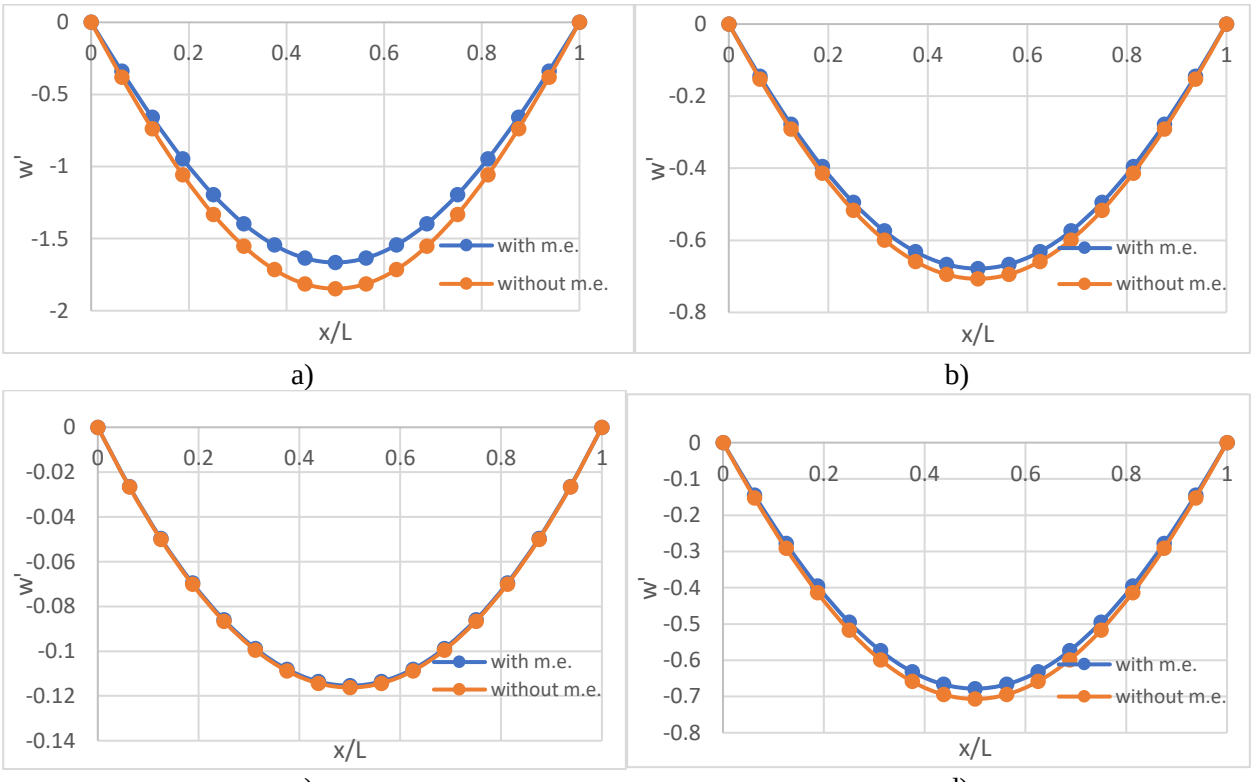


Figure 5. Deflections of the four-layer cross-ply laminated beam

a) Beam without foundation
b) Beam with foundation (K_w=1 , K_p=1)
c) Beam with foundation (K_w=1 , K_p=10)
d) Beam with foundation (K_w=10 , K_p=1)

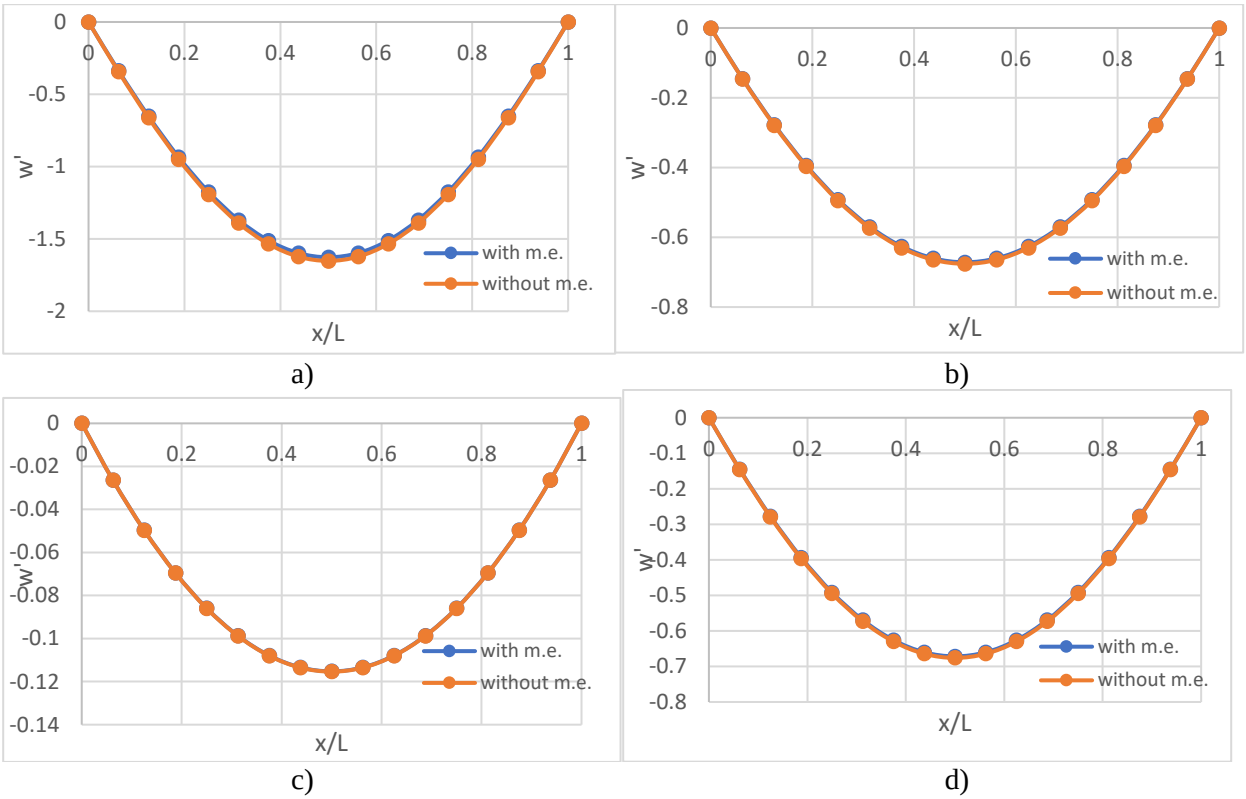


Figure 6. Deflections of the ten-layer cross-ply laminated beam
a) Beam without foundation
b) Beam with foundation (K_w=1 , K_p=1)
c) Beam with foundation (K_w=1 , K_p=10)
d) Beam with foundation (K_w=10 , K_p=1)

CONCLUSIONS

In this study, the finite element analysis of cross-ply laminated beams resting on Pasternak foundations are performed for membrane effects.

First, a rectangular cross-ply laminated beam example taken from the literature is solved for deflections under distributed loading and verified with the reference values. It is observed that the deflections along the antisymmetric laminated beam decrease as the number of layers increases. Besides, the deflections attain the smallest values when symmetric layering is used.

The membrane effects are investigated for the laminated beam without foundation and the beam on Pasternak foundation having different parameters and it is seen that the membrane effects are more pronounced in the beam without foundation. The membrane effects decrease as the number of layers of the antisymmetric cross-ply laminated beam increases and as the foundation parameters increase which is more evident for the increment of the shear parameter. The deflections of the symmetric layered beams do not change when membrane effects are included or excluded.

REFERENCES

Afshin M, Taheri-Behrooz F 2015. Interlaminar stresses of laminated composite beams resting on elastic foundation subjected to transverse loading. Comput. Mater. Sci., 96: 439-447.

Aykılıç B 2019. Spectral analysis of circular and elliptic plates resting on arbitrarily orthotropic Pasternak type foundation. MSc Dissertation, Istanbul Technical University, Istanbul.

Çalık-Karaköse ÜH 2022. FE Analysis of FGM Plates on Arbitrarily Orthotropic Pasternak Foundations for Membrane Effects. Teknik Dergi, 11799-11822, Paper 659.

Doeva O, Masjedi PK, Weaver PM 2021. Closed form solutions for an anisotropic composite beam on a two-parameter elastic foundation. European Journal of Mechanics / A Solids, 88: 104245.

Elmacı Ş 2019. Spectral analysis and determination of free vibration characteristics of quadratic plates resting on arbitrarily orthotropic two parameter elastic foundation. MSc Dissertation, Istanbul Technical University, Istanbul.

Khdeir AA, Reddy JN 1997. An exact solution for the bending of thin and thick cross-ply laminated beams. Composite Structures, 37: 195-203.

Li Z-M, Qiao P 2014. On an exact bending curvature model for nonlinear free vibration analysis shear deformable anisotropic laminated beams. Compos. Struct., 108: 243-258.

Li Z-M, Zhao Y-X 2015. Nonlinear bending of shear deformable anisotropic laminated beams resting on two-parameter elastic foundations based on an exact bending curvature model. J. Eng. Mech., 141: (3) 04014125.

Orakdöğen E, Küçükarslan S, Sofiyev A, Omurtag MH 2010. Finite element analysis of functionally graded plates for coupling effect of extension and bending. Meccanica, 45: 63-72.

SAP2000, v18. 2016. Integrated Finite Elements Analysis and Design of Structures. Computers and Structures. p. Inc, Berkeley. CA.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Yeni bir birleştirme metodu: Sürtünmeli delme

Ömer Faruk Aksu[1*],https://orcid.org/0000-0002-2258-7944

Oğuz Erdem[2],https://orcid.org/0000-0002-8094-3222

[1*]Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale, Türkiye
[2]Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale, Türkiye
farukaksu9706@gmail.com

Özet

Son yıllarda, levha ve profil malzemelerin sökülebilir birleştirmelerine olan ihtiyaç oldukça artmaktadır. Sürtünmeli delme yöntemi (SDY), yapısal alaşımlı ve polimer kompozit malzemeler için sökülebilir, dayanıklı ve seri olarak birleştirme imkânı sunar. İnce sac malzemelere somun kaynatma gibi işlemlerin yetersiz kaldığı durumlarda oldukça kullanışlı ve güvenilirdir. SDY'de konik bir takım, işparçasına belirli bir dönme hızıyla temas eder ve sürtünme nedeniyle ısı oluşur. Oluşan ısıyla işparçası yumuşar ve kovan yapısı oluşturulur. Herhangi bir talaş kaldırmadan oluşan kovan yapısı, ince sac malzemelerde sökülebilir bağlantı oluşturmak için ihtiyaç duyulan yeterli vida bağlantı uzunluğunu karşılamaktadır. SDY, özellikle otomotiv ve inşaat endüstrilerinde yaygın olarak kullanılan geleneksel olmayan bir birleştirme yöntemidir. Bu çalışmada, SDY'nin işleme fiziği, işleme parametreleri, kullanılan ekipmanları ve uygulama alanları hakkında kapsamlı bilgiler verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Sürtünmeli delme, Akışlı delme, Termal delme, Form delme

A new joining method: Friction drilling

Abstract

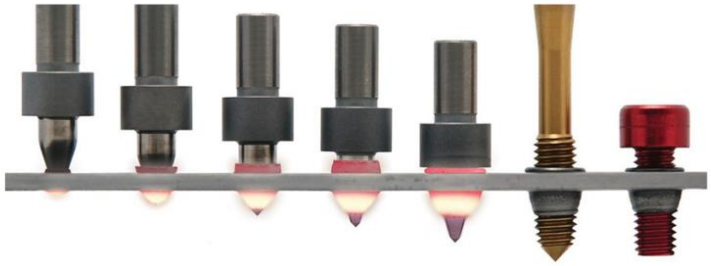
In recent years, the need for detachable joints of sheet and beam materials has increased considerably. Friction drilling method (FDM) offers the possibility of detachable, durable and serial assembly for structural alloy and polymer composite materials. It is very useful and reliable when processes such as nut welding on thin sheet materials are insufficient. In FDM, a conical tool contacts the workpiece with a certain rotational speed and heat is generated due to friction. The workpiece softens with the heat generated and the barrel structure is formed. The barrel structure, which consists of no chip removal, meets the sufficient screw connection length needed to create a detachable joint in thin sheet materials. FDM is an non-traditional joining method widely used especially in automotive and construction industries. In this study, comprehensive information about FDM's machining physics, machining parameters, equipment used and application areas is given.

Keywords: Friction drilling, Flow drilling, Form drilling

1.GİRİŞ

Sürtünmeli delme yöntemi (SDY), konik bir takım ile işparçasının temas bölgesinde, sürtünme sonucu meydana gelen ısının etkisiyle yumuşamış işparçasına takımın dalması ve deliğin delinmesi şeklinde meydana gelen talaşsız, temiz ve geleneksel olmayan bir imalat yöntemidir (Şekil 1). Yöntem, termal delme ve akışlı delme olarak da bilinmektedir (Miller ve ark., 2005).

Sac metal parçaları birleştirmek için çeşitli yöntemler (cıvata-somun, perçin, kaynak veya yapıştırma) kullanılabilir. Cıvata-somun bağlama yöntemi bağlanacak parçalarda sadece bir delik delme ve vida açma işlemini gerektirmesi, ayrıca standart ve ucuz olmaları sebebiyle sökülebilir konstrüksiyonlarda en sık kullanılan bağlama yöntemidir. İnce saclarda yeterli vidalama uzunluğu sağlanamadığından ek operasyonlara (somun kaynatmak vb.) ihtiyaç duyulmaktadır. SDY kullanılarak açılan deliklerde sadece ovalama ile diş açılarak başka bir operasyona ihtiyaç duyulmadan bu sorun çözülebilmektedir (Özek ve Demir, 2013).



Şekil 1. SDY süreci (flowdrill.com 2022)

SDY, 1923 yılında Jan Claude de Valliere tarafından geleneksel delme sürecine alternatif olarak geliştirilmiş olmasına rağmen pratik olarak uygulamaları ancak altmış yıl sonra tungsten karbür (WC) matkap ucu (Şekil 2) imalatındaki gelişmeler ile yaygınlaşmıştır (France ve ark., 1990). SDY'de operasyon sıcaklığı geleneksel delme operasyonlarına nazaran oldukça yüksek değerlere ulaştığından (600-700℃), kullanılan takımın bu sıcaklıklarda fiziksel yapısını korunması da beklenmektedir (Miller ve ark., 2005). Pratikte genellikle düşük karbonlu çeliklere tungsten karbür takımla çok sayıda SDY ile delik delme uygulamaları görülmektedir (Miller ve ark., 2007). SDY'deki matkap uçlarının uzun ömürlü olmaları ve seri üretime olanak sağlamaları özellikle otomotiv ve inşaat sektörlerinde kullanımını avantajlı hale getirmiştir (El-Bahloul ve ark., 2013).

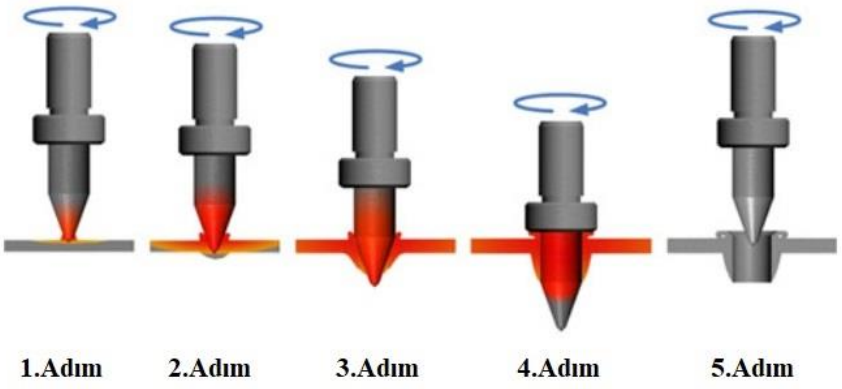


Şekil 2. Tungsten karbür matkap ucu örneği (flowdrill.com, 2022)

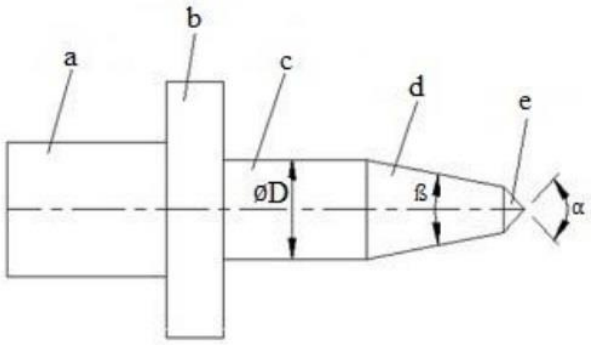
2.Sürtünmeli delme yöntemi (SDY)

2.1 Sürtünmeli delme işlemi fiziği

SDY'de işleme adımları Şekil 3'te sırasıyla gösterilmiştir. 1.adımda; yüksek dönme hızı ve itme kuvvetiyle matkap ucu işparçasına nüfuz eder ve sürtünme nedeniyle ısı oluşmaya başlar. 2. adımda; malzeme ısının etkisiyle yumuşar, yana ve yukarı doğru hareket etmeye başlar. 3.adımda; matkap ucunun konik bölgesi yumuşamış malzemeyi iterek aşağıya doğru ekstrüde eder. 4. adımda; matkap ucunun silindirik bölgesi kullanılarak kovan yapısı oluşturulur. 5.adımda; takım işparçasından uzaklaşır (WL Ku ve ark., 2011). SDY'nin delme takımları kısa tip, uzun tip, kısa düz tip, uzun düz tip ve özel tip olmak üzere beş gruptan oluşmaktadır. Kısa veya uzun tip takım kullanımına, işparçasının et kalınlığına bakılarak karar verilir. Kısa tip ve uzun tip takımların kullanıldığı delme işlemlerinde, ilerleme yönünün tersinde ve delinen deliğin üzerinde bir göbek (pul) oluşur. Düz tip takımlarda bulunan kesici bir ağız sayesinde işlem sonunda oluşan pul ortadan kaldırır ve böylece düz bir yüzey elde edilmiş olunur. Şekil 4'te SDY'de kullanılan bir matkap ucunun temel bölümleri görülmektedir (Aka ve Erdem, 2021; Demirel ve Karaağaç, 2017).



Şekil 3. SDY'nin adımlarının şematik gösterimi (Eliseev ve Kolubaev, 2020)



Şekil 4. SDY matkap ucunun temel bölümleri: a) Şaft bölgesi, b) Omuz bölgesi, c) Silindirik bölge, d) Konik bölge, e) Merkez bölge (Demirel ve Karaağaç, 2017)

a) Şaft bölgesi, matkap ucunun tutucu tarafından kavranan bölgesidir (Miller ve ark., 2007).

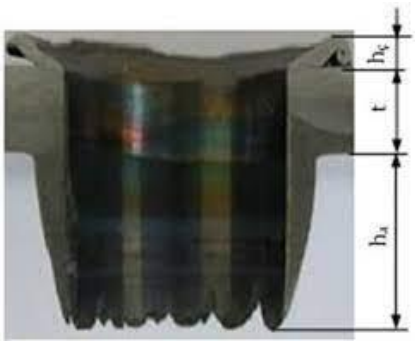
b) Omuz bölgesi, takımın sürtünmeli delme işlemi sırasında yukarı doğru akan yumuşamış metali işparçası yüzeyine bastırmakta ve pul şeklinde sızdırmazlık halkası oluşturmaktadır. Bu sebepten omuz çapı silindirik bölgenin çapından büyük olmalıdır (Miller ve ark., 2007).

c) Silindirik bölge, istenilen boyutlarda kovan yapısını oluşturmayı sağlamaktadır (Miller ve ark.,2007).

d) Konik bölge, ısı üretmek için işparçasına sürtünmekte ve ısınan malzemenin yan tarafa itilmesini sağlamaktadır (Miller ve ark.,2007; Mutalib ve ark., 2018).

e) Merkez bölge, delme başlangıcında ısı ve kuvvet üretmesini sağlamaktadır. Ayrıca, proses başlangıcında merkezleme sağlamaktadır (Miller ve ark., 2007).

Kovan yüksekliği ve pul kalınlığı birçok parametreye bağlı olduğu gibi işparçası kalınlığına da doğrudan bağlıdır (Şekil 5). İşparçası kalınlığı arttıkça ergiyen malzeme miktarı da arttığından kovan yüksekliği ve pul kalınlığı da artar. Kovan yüksekliği arttıkça, diş açma esnasında daha fazla diş açılabildiğinden vida sıyırma mukavemeti de doğrudan artmaktadır (Özek ve Demir, 2013). SDY, gevrek malzemelere uygulandığında radyal yırtılmalar (taç yaprağı) meydana gelebilmektedir (Şekil 6). Bu da yeterli vidalama uzunluğu elde edilemediğinden istenmeyen bir durumdur. Taç yaprağı oluşumunu engellemek için işleme parametrelerinin doğru seçilmesi gerekmektedir (Elbahloul, 2019).



Şekil 5. Kovan yapısı: h_a) kovan yüksekliği, t) işparçası kalınlığı, $h_ç$) pul kalınlığı (Özek ve Bal, 2020)



Şekil 6.SDY'de taç yaprağı oluşumu (Elbahloul, 2019)

2.2 SDY işleme parametreleri ve uygulama alanları

SDY'nin işleme parametreleri; işparçası yüzey sıcaklığı, kovan nitelikleri ve delik yüzey pürüzlülüğü değerlerini doğrudan etkilemektedir. Malzemeleri yumuşatmak amacıyla yeterli ısıyı üretmek noktasında hem takım dönme hızının hem de takım ilerleme hızının uygun değerlerde belirlenmesi çok önemlidir (Aka ve Erdem, 2021). SDY'nin işleme parametreleri üzerine literatürde yapılmış birçok deneysel çalışma mevcuttur.

Özek ve arkadaşları, malzeme kalınlığının ve takım çapının, elde edilen kovan yüksekliğine (h_a), kovan çeper kalınlığına ($h_ç$) ve mikro sertlik değişimine etkilerinin üzerine bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Deneysel çalışmalarda, koniklik açısı φ=36°, çapları 5, 10, 15 ve 20 mm olan tungsten karbür (WC) takımlar kullanılmıştır. Kalınlığı 2, 4, 6, 8 ve 10 mm olan St37 çeliğine SDY uygulanmıştır. Takımın devir hızı 1120 rpm ve ilerleme hızı 25 mm/min olarak ayarlanmıştır. Malzeme kalınlığı ve takım çapının, kovan yüksekliği, kovan dış çapı ve kovan biçimleri üzerine etkileri araştırılmış ve mikro sertlikte meydana gelen değişiklikler incelenmiştir. En ideal kovan yüksekliği h_a=15,30 mm, en ideal kovan çeper kalınlığı $h_ç$=4,25 mm ve en yüksek mikro sertlik değeri ise 183 HV olarak elde edilmiştir. Malzeme kalınlığı ve takım çapının, kovan çeper kalınlığı ve kovan yüksekliği üzerineetkilerinin önemli olduğu, fakat mikro sertlik değerleri üzerine etkilerinin göz ardı edilebileceği kanaatine varılmıştır (Özek ve Bal, 2020).

Demir ve arkadaşlarının çalışmasında, 4 ve 6 mm kalınlığındaki A7075-T651 alüminyum alaşımı plakalar kullanılmıştır. Koniklik açıları: 24°, 36°, ve 48°, silindirik bölge uzunlukları (h) 8, 16 ve 24 mm, çapı 8 mm olan HSS takımlar ile 1200, 1800, 2400, 3000 ve 3600 rpm dönme hızlarında; 20, 40, 60, 80 ve 100 mm/min ilerleme hızlarında delikler delinmiştir. Çalışmada takımın geometrisini oluşturan uç, konik, silindirik ve omuz bölgelerinin işlem üzerindeki etkileri, meydana gelen sıcaklık değerleri ve kovan biçimi araştırılmıştır. İşlemde başlangıç deformasyonuna takım ucunun sebep olduğu, sürtünme ısısının konik bölgenin devire ve ilerlemeye bağlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, kovandaki çatlakların konik ve silindirik bölgenin geometrisi tarafından etkilendiği, omuz çapının yetersiz olması veya takımın silindirik bölgesine ergimiş malzemenin yapışarak yığılması, pul biçiminin bozulmasına neden olduğu gözlemlenmiştir (Demir, 2015).

Hamzawy ve arkadaşlarının çalışmasında, Al6082 ve Al7075 alaşımlarının sürtünmeli delme işlemi sırasında farklı sürtünmeli delme parametreleri uygulanmış ve delme işlemleri sırasında takım-işparçası arayüzündeki sıcaklık değişimi bir kızılötesi kamera ve dört termokupl aracılığıyla kaydedilmiştir. İncelenen alüminyum saclarda kovan ve pul oluşumu sırasında ölçülen minimum sıcaklık 220 °C ve maksimum ölçülen sıcaklık 380 °C olduğu gözlemlenmiştir. İlerleme hızlarının azalması ve ayrıca dönüş hızları ile takım koni açılarının artmasıyla takım ile işparçası ara yüzeyindeki sıcaklığın arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, dönme hızlarının artmasıyla açılan deliklerin yüzey pürüzlülük değerlerinin arttığı tespit edilmiştir (Hamzawy ve ark., 2022).

Wu ve arkadaşlarının çalışmasında, SDY ile delinmiş ve ovalama ile diş açılmış 6082-T6 alüminyum alaşımında vida sıyırma kuvveti araştırılmıştır. SDY'de 2000, 3000, 3500 ve 4000 rpm olmak üzere dört farklı dönme hızı seviyesi ile dişli deliklerin dört senaryosu oluşturulmuş ve dişli deliklerin mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. 3000–3500 rpm dönme hızı aralığının, 5,0–5,5 kN'luk daha yüksek yük taşıma kapasitelerine (vida sıyırma kuvveti) ulaşan optimum dönme hızı aralığı olduğu görülmüştür. Ayrıca 4000rpm dönme hızında, yüksek dönme hızı nedeniyle radyal yırtılmalar oluşmuştur (Wu ve ark.,2022).

Demir ve arkadaşlarının çalışmasında, 4mm kalınlığındaki A7075-T651 alüminyum alaşımı işparçaları, çapı 8 mm olan HSS takım, St37 alaşımı işparçaları ise çapı 10 mm olan tungsten karbür takımlar ile delinmişlerdir. Takımların silindirik bölge uzunlukları 24 mm ve koniklik açısı ise 36˚dir. Takım dönme hızları 800, 1200, 1600, 2400, 2800, 3200, 4000, 4400 rpm ve ilerleme hızları 20, 40, 60, 80 ve 100 mm/min olarak seçilmiştir. Pulu ve kovanı oluşturan malzemenin hacimlerindeki değişim, deney parametrelerine göre incelenmiştir. İşlem sırasında çevreye yayılan malzemenin olmadığı kabul edilmiştir. Pul ve kovan oluşumu sağlayan malzemenin hacimleri ayrı ayrı tespit edilmiştir. Değişen parametreler ile sünek olan St37 alaşımının kovan hacmi gevrek olan A70075-T651 alaşımına göre daha az değişiklik göstermiştir (Dehghan ve ark., 2019).

Pangjundee ve arkadaşlarının çalışmasında, sürtünmeli delme parametrelerinin etkisini incelemeyi amaçlanmıştır.Ti6Al4V levhalar üzerinde tungsten karbürden yapılmış bir takım ile deneyler yapılmıştır. Dönme hızının artması ve ilerleme hızının azalmasıyla, itme kuvveti ve torkun azaldığı gözlemlenmiştir. Mikroyapı, delik yüzeyindeki deforme olmuş tanelerin iş parçasının enine kesitindeki sertlik ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek mikrosertlik değeri 813,2 HV olarak elde edilmiştir (Pangjundee ve Muttamara, 2021).

Somasundaram ve arkadaşlarının çalışmasında, Al/SiCp-MMC kompozitlerine SDY ile oluşturulan kovanların çekme mukavemeti ve mikro sertlik gibi mekanik özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca, deliklerin dairesellik toleransları (delik çapı doğruluğu) incelenmiştir. Deneysel çalışmalar, işparçasının bileşimi, işparçasının kalınlığı, takım dönüş hızı ve ilerleme hızı parametreleri değiştirilerek yapılmıştır. SiCp partiküllerinin ağırlıkça (%) kompozisyonundaki artışın çekme mukavemetini ve sertliğini arttırdığı görülmüştür. Daha yüksek dönüş hızları ve daha yüksek ilerleme hızları, dairesellik hatasını arttırdığı gözlemlenmiştir. Özellikle dairesellik toleransını etkileyen en etkili parametrenin ilerleme hızı olduğu görülmüştür. Plaka kalınlığındaki artış ise metal matrisli kompozitlerin delinmesinde dairesellik hatasını arttırdığı tespit edilmiştir (Somasundaram ve ark., 2011).

Lee ve arkadaşlarının çalışmasında, yüksek süneklik, düşük ısı iletkenliği ve yüksek sertliğe sahip olduğu bilinen AISI 304 paslanmaz çelikte SDY ile delik açmak için kaplamalı ve kaplamasız tungsten karbür takımlar kullanılmıştır. TiAIN ve AlCrN fiziksel buhar biriktirme (PVD) ile takım yüzeyleri kaplanmıştır. Kaplamalı ve kaplamasız kesici takımların performansları, farklı dönme hızlarında yapılan delme işlemleri için incelenmiştir. Takım ile yüzey sıcaklığı arasındaki ilişki, işleme sırasında takım aşınması ve eksenel itme kuvveti araştırılmıştır. Sonuçlarda AlCrN kaplamanın yağlama etkisi ve bu kaplamanın düşük termal iletkenliği nedeniyle AlCrN kaplı takımın en yüksek yüzey sıcaklığına ulaştığı tespit edilmiştir. Aynı zamanda AlCrN kaplamalı takımın kullanıldığı işlemlerde en düşük eksenel kuvvetin oluştuğu ve en az takım aşınmasının gerçekleştiği görülmüştür. Fakat açılan delik sayısı arttıkça kaplamalı ve kaplamasız takımlar arasındaki performans farkları azalmıştır (Lee ve ark., 2009).

Baraheni ve arkadaşlarının çalışmasında, tasarlanan özel bir araçla SDY'de, takıma ultrasonik titreşim uygulanarak çıktı performanslarına etkisi incelenmiş ve geleneksel SDY ile kıyaslanmıştır. Geleneksel SDY

ve ultrasonik destekli SDY'de eksenel kuvvet ve yüzey sertliği ölçülmüştür. Daha yüksek dönme hızı ve daha düşük ilerleme hızında daha düşük eksenel kuvvet ve daha yüksek yüzey sertliği gözlemlenmiştir. Ayrıca, ultrasonik titreşim, yüzeyin daha düşük eksenel kuvvetle daha sert olmasına neden olmuştur. Sonuçlar, torna tezgâhında dönme hızının arttırılması ve ilerleme hızının düşürülmesinin, ısıl etki bölgesinde eksenel kuvvet azalmasına ve yüzey sertliğinin artmasına neden olduğunu göstermiştir. Sonlu elemanlar yöntemi (SEY) kullanılarak yapılan hesaplamalar, ultrasonik destekli SDY'de, geleneksel SDY'e göre daha düşük eksenel kuvvetin oluştuğunu göstermiştir. Sertlik değerini sayısal olarak incelemek için eşdeğer plastik gerinim yaklaşımı kullanılmıştır. Elde edilen sayısal ve deneysel sonuçların uyum içinde olduğu görülmüştür (Baraheni ve ark., 2021).

Dehghan ve arkadaşlarının çalışmasında, AISI304, Ti-6Al-4V ve Inconel718 gibi işlenmesi zor malzemelere SDY uygulanmıştır. Deneysel çalışmalarda işparçası sıcaklık değeri, eksenel itme kuvveti ve tork değerleri ölçülmüştür. Ayrıca, işparçası ve takım aşınmasının mikro yapısal değişiklikleri de analiz edilmiş ve bunların işparçası sıcaklığı, eksenel itme kuvveti ve tork değerleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. SDY için işparçası ile takım arayüzündeki sürtünmenin işparçası sıcaklığını ne şekilde etkilediği ve kovan oluşumunun anlaşılması üzerine tespitler yapmıştır. Açılan delik sayısının artmasının kovan şeklinin kalitesini düşürdüğü tespit edilmiştir. İşparçası malzemesinin ısıl iletkenliğinin kovan oluşum kalitesi üzerinde önemli olduğu gözlemlenmiştir.Deneysel çalışmaların sonunda, Inconel718'in SDY'de daha iyi kovan oluşumu gösterdiği ve takım aşınmasını azalttığı belirlenmiştir. Maksimum takım aşınması, sıcaklığın en üst noktaya ulaştığı konik bölgede olduğu gözlemlenmiştir (Deghan ve ark., 2019).

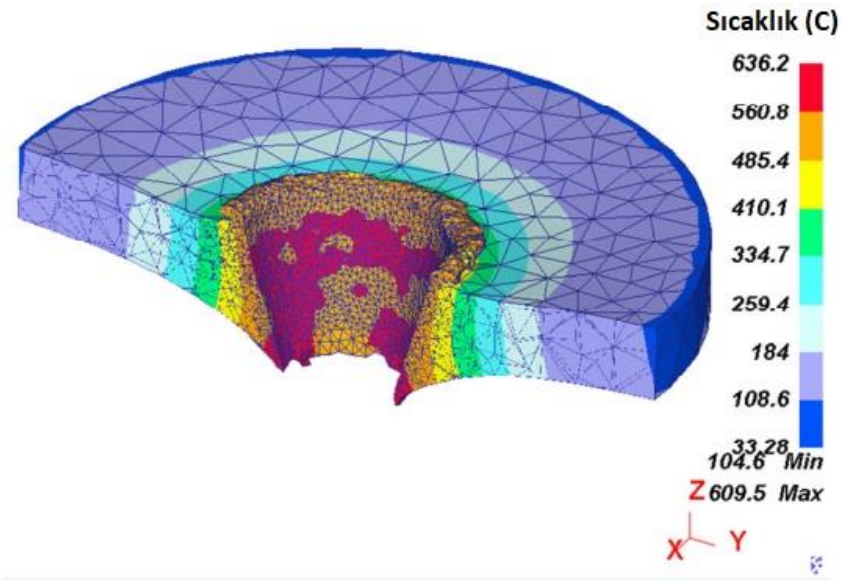
Miller ve arkadaşlarının çalışmasında, dökme alüminyum ve magnezyum alaşımları kullanılmıştır. Bu malzemelerin sünek metal işparçalarına göre daha kırılgan olmalarından dolayı radyal yırtılmalar ve taç yaprağı oluşumları gözlemlenmiştir. Düzgün bir kovan yapısı oluşturmak için yüksek dönme hızı ve ön ısıtma kullanılmıştır. İşparçası sıcaklığının, dönme ve ilerleme hızının, deneysel olarak ölçülen eksenel itme kuvveti, tork ve kovan şekli üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Artan işparçası sıcaklığı ile itme kuvveti ve tork azalmıştır ve bu sayede kovan şeklinin iyileştiği gözlemlenmiştir. Değişen dönme hızı, iki farklı işparçasının kovan oluşumunda karışık sonuçlar göstermiştir. Ayrıca, sürtünmeli delme için gereken enerji, ortalama güç ve tepe gücü hesaplanmıştır (Miller ve ark., 2007).

Nama ve arkadaşlarının çalışmasında, A6063-T6 alüminyum alaşımı işparçasının sıcaklık, delme kuvveti, kovan yüksekliği ve kovan kalınlığı üzerine proses koşullarının ve ön delme işlemi yapıldığında delik çapının etkisi incelenmiştir. İlk olarak ön delik açılmadan delme işlemi yapılmış ve ardından plakalara farklı çaplarda ön delikler açılarak sonuçlar kıyaslanmıştır. Plakaya bir ön delik eklenmesinin, üniform kovan kalınlığının elde edilmesine yardımcı olduğu ve işlemi gerçekleştirmek için gereken ısı ve kuvveti azalttığı tespit edilmiştir (Nama ve ark., 2016).

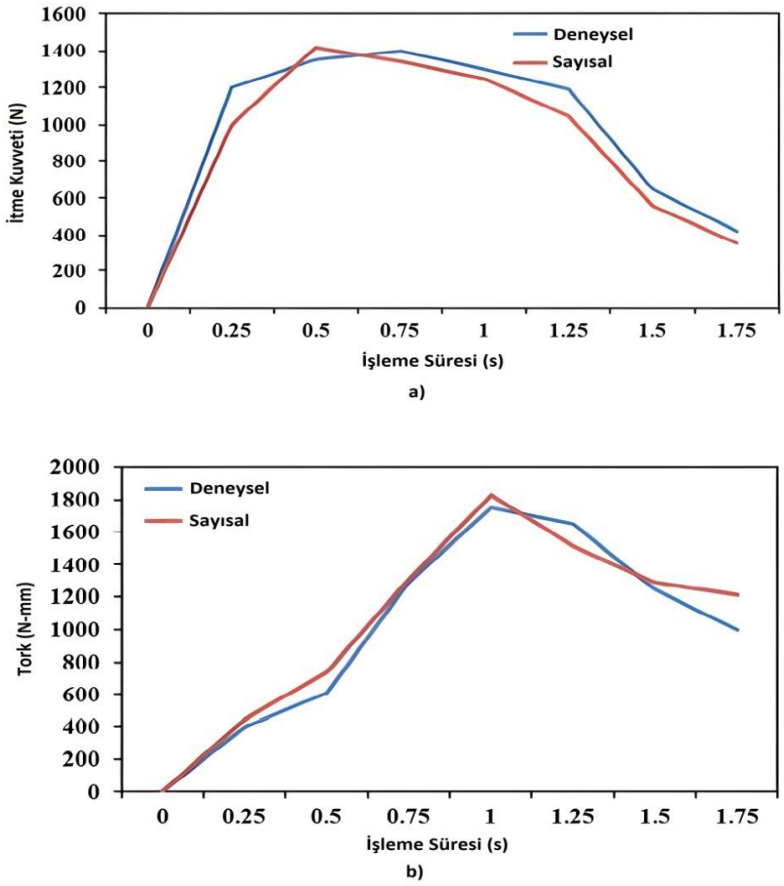
3. SDY'nin Modelleme Çalışmaları

SDY'nin modellenerek simülasyonu için doğrusal olmayan ve yüksek oranda birbirine bağlı termo-mekanik denklemlerin, eş zaman adımlı algoritma ile çözülmesi gerekir. SDY gibi geleneksel olmayan delme işleminde büyük deformasyonları ve malzeme dislokasyonuna bağlı difüzyon problemlerini simüle etmek için sonlu elemanlar analizi (SEA) kullanılır (Şekil 7). Örneğin; eleman erozyon tekniği kullanılarak kütle ve doğrusal momentum kaybı nedeniyle hafiflettirilmiş kuvvet ve tork tepkileri SEA'da sıklıkla tercih edilir (Aka ve Erdem, 2021).

Hynes ve Kumar çalışmalarında, ince bakır bir sacda (Cu_2C) kovan oluşumu için gerekli olan itme kuvveti (Şekil 8.a) ve torku (Şekil 8.b) analiz etmek ve ayrıca sıcaklık dağılımını tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Bu doğrultuda, 10 mm kalınlığında bakır bir saca 5,6 mm çapında tungsten karbür matkap kullanarak 2000 rpm dönme hızında ve 300 mm/min ilerleme hızında SDY ile delikler delinerek, elde edilen veriler ile SEA modeli gerçekleştirilmiştir. Model simülasyonu sonuçlarında işparçasının ulaştığı maksimum sıcaklık 636,2 ℃ (Şekil 7) olarak hesaplanmıştır. Model analiz sonuçlarıyla deneysel sonuçlar kıyaslandığında, itme kuvveti ve tork değerleri açısından yüksek derecede tutarlılık sağlandığı belirtilmiştir (Hynes ve Kumar, 2018).



Şekil 7. SDY için geliştirilen SEA modelinde işparçası sıcaklık dağılımı (Hynes ve Kumar, 2018)



Şekil 8. Deneysel ve sayısal sonuçlarının grafikleri **a)** İtme kuvveti-işleme süresi, **b)** Tork-işleme süresi (Hynes ve Kumar, 2018)

Behrens ve arkadaşlarının çalışmasında, HSLA çeliğine SDY kullanarak delikler açılmıştır. Bu deliklerin 3 boyutlu olarak sonlu hacimler metoduyla SEA modeli gerçekleştirilmiştir. Deneysel sonuçlarla simülasyon

sonuçları karşılaştırıldığında, sonlu hacimler yönteminin yakın sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Behrens ve ark., 2021).

Gopichand ve arkadaşlarının çalışmasında, işparçasının deformasyonunu deneysel olarak ölçmek zor olduğu için ANSYS programı kullanılarak modellenmesi amaçlanmıştır. Modelde malzeme olarak A7075-T6 işparçası, HSS ve Tungsten karbür matkap uçları kullanılarak farklı dönme ve ilerleme hızlarında, işparçalarının gerilme ve şekil değiştirme değerleri hesaplanmıştır. İşparçasının ulaştığı maksimum şekil değiştirme ve gerilme değerleri dönme hızı ve ilerleme hızına bağlı olarak karşılaştırılmıştır. İşparçasında, düşük dönme ve ilerleme hızlarında maksimum gerilmenin oluştuğu belirtilmiştir. İlerleme ve dönme hızı arttığında matkap ucu deformasyonunun arttığı da bildirilmiştir (Gopichand ve ark., 2014).

4. Sonuçlar

Sürtünmeli delme yöntemi (SDY), ince sac veya profil formundaki malzemelere konik takımlar vasıtasıyla talaş kaldırmadan tek seferde kovan adı verilen delikler oluşturma işlemidir. Oluşturulan kovana ovalama yöntemiyle diş açılarak ekstra bir işlem yapılmadan ince sac malzemelerde dayanıklı sökülebilir bağlantılar oluşturulabilir. Bu çalışmada, SDY'nin işleme fiziği, işleme parametreleri ve uygulama alanları, kullanılan matkap ucu özellikleri ve oluşturulan kovan yapıları detaylı olarak açıklanmıştır. SDY ile ilgili önemli noktalar aşağıda kısaca özetlenirse:

-SDY ile oluşturulan sökülebilir bağlantılar somun kaynatılarak yapılan bağlantılar kadar dayanıklı ve kullanışlıdır.

-SDY bazı ek operasyonlarla sadece sünek malzemelerde değil bazı gevrek malzemelerde ve kompozit malzemelerde de kullanılabilmektedir.

-İşlemde dönme ve ilerleme hızı arttıkça daha fazla ısı açığa çıkmakta, malzeme daha çok yumuşayıp kovan yüksekliğini arttırmakta, kovanın iç çeperinde daha sert bir yapı oluşmaktadır. Bu sayede ovalama ile diş açıldığında daha dayanıklı bağlantılar oluşturulmaktadır. Yüksek dönme hızı, kovanın uç noktalarında radyal yırtılmalara neden olmaktadır. Yüksek ilerleme hızlarında sürtünme ve ısı oluşumu için yeterli süre oluşmadığından, malzeme takım yüzeyine yapışabilmekte, tezgâha daha fazla kuvvet tepkimesine neden olabilmektedir

-Kovan yüzey pürüzlülüğü değeri de takım dönme ve ilerleme hızıyla doğrudan ilişkilidir.Dönme ve ilerleme hızı arttıkça yüzey pürüzlülüğü de artmaktadır.

-Malzeme kalınlığı ve matkap ucu çapı ergiyen malzemenin miktarını arttırdığından kovan yüksekliği ve pul kalınlığını da arttırmaktadır.

Kaynaklar

-Aka M., Erdem, O. (2021), Sürtünmeli Delme Yöntemi ve Uygulamaları, International Conference on Materials Science, Mechanical and Automotive Engineerings and Tecnology (IMSMATEC'21)

-Baraheni M., A. B. Bami, A. Alaei, S. Amini 2021, Ultrasonic-assisted friction drilling process of aerospace aluminum alloy (AA7075): FEA and experimental study, International Journal of lightweight Materials and Manufacture 4 315- 322

-Behrens, B.-A.; Dröder, K.; Hürkamp, A.; Droß, M.; Wester, H.; Stockburger, E. Finite Element andFinite Volume Modelling of Friction Drilling HSLA Steel under Experimental Comparison. Materials 2021, 14, 5997. https://doi.org/10.3390/ma14205997

-Dehghan, S., Ismail, MIS, Ariffin, MKA,. 2019. Measurement and analysis of thrust force and torque in friction drilling of difficult-to-machine materials.Int J AdvManufTechnol, 105**,** 2749–2769

-Demir, Z. 2015, A7075-T651 ve St 37 Alaşımlarının Sürtünmeli Delinmesinde Kovanı Oluşturan Malzeme Hacminin Araştırılması. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 5 (1) , 85-101

-Demir, Z. 2015, A7075-T651 Alaşımının Sürtünmeli Delinmesinde Takım Geometrisinin Etkisinin Araştırılması. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 5 (1), 13-25

-Demirel, M. Y. & Karaağaç, İ. 2017, Sürtünmeli Delik Delme Prosesi ve Prosesin Başlıca Uygulamaları. El-Cezeri, 4 (2) , 234-248
-El-Bahloul S.A., El-Shourbagy H.E., Al-Makky M.Y., El-Midany T.T. 2013, "Thermalfrictiondrilling: (a review)", 15th International Conference On AerospaceSciences&AviationTechnology.
-El-Bahlouls.,A. 2019 ,Friction drilling of cast aluminum alloy A380 without significant petal formation and radalfracture,İnternational Journal of Precision Engineering and Manufacturing, 20, 45-52,
-EliseevA.,Kolubaev E.,2020,Friction Drilling: a reviewInt J AdvManufTechnol 116,1391-1409
-France J.E., Davison J.B., Kirby P.A.1990, "Strength and rotational stiffness of simple connections totubular columns using flowdrill connectors", Journal of Constructional Steel Research, 50: 15-34.
-GopichandA:,Veera Brahmam M.,Bhanuprakash 2014, International Journal of Engineering Research and Technology.3 – 602-607
-Hamzawy, Nadia &Khedr, Mahmoud&Mahmoud, T. & El Mahallawi, Iman &Khalifa, 2020. Investigation of Temperature Variation During Friction Drilling of 6082 and 7075 Al-Alloys.
-Hynes N.R.J. , Kumar R. 2018 , Simulation on friction drilling process of Cu_2C, Materials Today:Proceedings 5 27161-27165
-Ku, WL., Hung, CL., Lee, SM.2011, Optimization in thermalfrictiondrillingfor SUS 304 stainlesssteel.Int J AdvManufTechnol, **53,** 935–944
-Miller, S. F., Blau, P., Shih, A. J., 2005, Microstructural alterations associated with friction drilling of steel, aluminum and titanium, Journal of Materials Engineering and Performance, 14, 647–653.
-Miller S.F., Peter J. Blaub , Albert J. Shih 2007,Toolwear in frictiondrilling, International Journal of Machine Tools &Manufacture 47:1636–1645
-Nama, Sami &Namer, Nasri& Abdullah, Isam. (2016). Effect of Pre-hole Diameter on BushingDimensionsforFrictionEffect of Pre-hole Diameter on BushingDimensionsforFrictionDrilling Process of A6063-T6 AluminumAlloy. 39. 373 - 387.
-Özek, C. & Bal, M. (2020). Sürtünmeli delme işleminde elde edilen kovanın ve pulun oluşmasına etki eden parametrelerin araştırılması. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 26 (4), 620-627
-Özek C. ve Z. Demir 2013,A7075-T651 alaşımının sürtünmeli delinmesinde kovan yüksekliğinin malzeme kalınlığına göre araştırılması, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi, 61-67
-Özek C., Demir Z. 2012 , "St 37 çeliğinin sürtünmeli delinmesinde optimum dönme hızı ve ilerleme oranının araştırılması", 3. Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi, Balıkesir, Türkiye.
-Pangjundee T., A. Muttamara 2021, Influence of Process Parameters in FrictionDrilling of Titanium TI-6AL-4V Alloy,MMScienceJournal,
-Shin Min Lee, Han MingChow, Fuang Yuan Huang, BiingHwaYan2009,Friction drilling of austenitic stainles ssteel by uncoated and PVD AlCrN- and TiAlN-coated tungsten carbide tools, International Journal of Machine Tools & Manufacture 49 81–88
-Somasundaram G., S. Rajendra Boopathy, K. Palanikumar 2011, Experimentalinvestigation on roundnesserror in frictiondrillingandmechanicalproperties of Al/SiCp-MMC composites, M´ecanique&Industries 12. 445–457.
-Wu H., M. Porter, R. Ward, J. Quinn, C.cMcGarrigle, S.McFadden, Investigation of theMechanicalProperties of FrictionDrillingwith 6082-T6 AluminiumAlloy, Materials 2022, 15, 2469
-Zurrayen M, Mutalib A, Idris M, Ismail S, Aswan N, Jalil A. 2018,.Characterization of toolwear in frictiondrilling. J Tribol 17:93–103.
https://www.flowdrill.com/eu_en/ [17.10.2022]

➢ *ORAL PRESENTATION*

Delme işleminde takım bağlama boyunun takım aşınmasına, delik toleranslarına ve takım üzerinde oluşan sıcaklık artışına etkisinin deneysel olarak incelenmesi

Kemal Yaman[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3063-391X*), Nuri Bıçakçı[2]

[*1]OSTİM Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Endüstriyel Tasarım Bölümü, 06374, Ankara, Türkiye
[2]Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, 06560, Ankara, Türkiye

*kemal.yaman@ostimteknik.edu.tr:

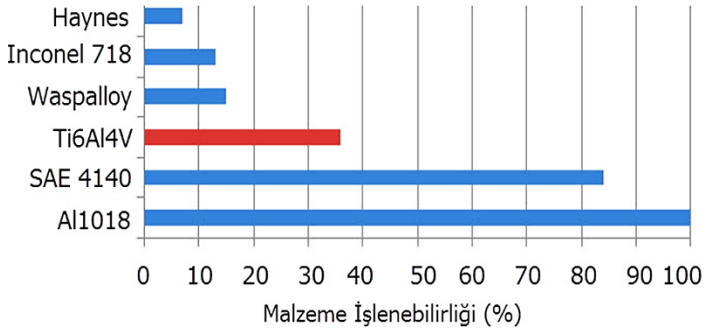
Özet
Bu deneysel çalışmada, Ti6Al4V titanyum alaşımının, farklı özellikteki dört tür matkapla kısa ve uzun bağlanarak delinmesi operasyonları incelendi. Matkaplar üzerinde oluşan aşınmanın takım bağlama boyuyla, sıcaklık artışıyla ve delik toleranslarıyla olan ilişkileri incelenmiştir. Bu amaçla, işleme deneylerinde takım olarak 8 mm çapında kaplamalı HSS matkap, kaplamalı karbür matkap ve kaplamalı kısa-uzun HSS matkap seçilmiştir. Kaplamalı HSS matkap için üç, kaplamalı karbür matkap için dört, kısa HSS matkap için beş ve uzun HSS matkap için dört delme operasyonu yapılarak en uygun kesme parametreleri ve delik sayıları belirlenmiştir. Delik çapları ile eş eksenlilikten, diklikten ve dairesellikten sapma değerleri CMM yardımıyla ölçülmüştür. Takımlardaki takım aşınma görüntüleri dijital mikroskop ile elde edilmiş, elde edilen bu bilgiler ışığında her bir tür takım için en uygun kesme parametreleri belirlenmiştir. Deneysel bulguların değerlendirilmesi sonucunda, kaplamalı karbür matkabın diğerlerine oranla en iyi sonuçları verdiği tespit edilmiştir. Ayrıca aynı kesme parametresinde kısa ve uzun HSS matkaplardaki takım aşınması, delik çapı ve geometrik tolerans ölçüm sonuçları ile termal kamera görüntüleri değerlendirildiğinde; takım aşınması ve takım ucunda oluşan sıcaklık değerinin uzun HSS matkapta daha düşük olduğu, delik çapı ölçü tamlığının ise kısa matkapta daha iyi olduğu saptanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Ti6Al4V, delme, takım aşınması, delik çapı, geometrik tolerans.

Experimental investigation of the effect of tool clamping length on tool wear, hole tolerances and temperature increase on the tool in drilling operation

Abstract
In this experimental study, drilling operations of Ti6Al4V titanium alloy were investigated using four types of drills with different properties. The relations of the wear on the drills with the tool clamping length, temperature increase and hole tolerances were deduced. For this purpose, 8 mm diameter coated HSS drill, coated carbide drill and coated short-long HSS drill were selected as a toolset in machining experiments. Three drilling operations for coated HSS drills, four drilling operations for coated carbide drills, five drilling operations for short HSS drills and four drilling operations for long HSS drills were performed to determine the optimum cutting parameters and hole numbers. Hole diameters and deviations from coaxiality, perpendicularity and circularity were measured with the help of CMM. Tool wear images on the tools were obtained with a digital microscope, and the most suitable cutting parameters for each type of tool were determined in line with the obtained data. As a result of the evaluation of the experimental findings, it was determined that the coated carbide drill gave the best results compared to the others. In addition, when the tool wear, hole diameter and geometric tolerance measurement results and thermal camera images in short and long HSS drills are evaluated in the same cutting parameter; It has been determined that the tool wear and the temperature value at the tooltip are lower in the long HSS drill, and the accuracy of the hole diameter measurement is better in the short drill.
Keywords: Ti6Al4V, drilling, tool wear, hole diameter, geometric tolerance.

GİRİŞ

Titanyum alaşımları havacılık ve biyomedikal endüstrisinde olağanüstü dayanım-hafiflik oranı, insan dokularına uygunluğu ve üstün korozyon direnci avantajları nedeniyle çok tercih edilmektedir. Öte yandan titanyumun elde edilebilirliği, ham malzeme maliyetler ve işlenebilirliğinin düşük olması kullanımını kısıtlamaktadır. Titanyum ile alüminyum alaşımlarının işlenebilirlikleri arasında alüminyum lehine ciddi bir avantaj göze çarpmaktadır. Şekil 1'de titanyum alaşımı (Ti6Al4V) ile diğer bazı malzemelerin işlenebilirlikleri gösterilmiştir. Titanyum alaşımları literatürde çoğunlukla işlenebilirliği zor malzemeler olarak sınıflandırılmaktadır (Ousthuizen ve ark., 2010).



Şekil 1. Bazı popüler malzemelerin işlenebilirliklerinin karşılaştırılması (Ousthuizen ve ark., 2010)

Bugün bilinen periyodik sistemin tüm 112 kimyasal elementleri arasında %85'i metal veya metale benzer cisimlerden (metaloidler) oluşmaktadır. Bu tür demir veya demir dışı metalleri külçe veya sinterlenmiş metaller, hafif veya ağır metaller gibi sınıflandırmak mümkündür. Titanyum bir demir dışı ve hafif metal olarak sınıflandırılır (Ousthuizen ve ark., 2010). 1950'li yılların başında geliştirilen Ti6Al4V ve Ti5Al2.5Sn piyasada en çok kullanılan titanyum alaşımlarıdır. Bu iki alaşım kullanılan tüm titanyum alaşımlarının yarısından daha fazla kullanılmaktadır (Leyens ve ark., 2003). Yüksek özgül mukavemeti, yüksek biyo-uyumluluğu ve iyi korozyon özelliğinden dolayı α+β alaşım grubu içerisinde yer alan Ti6Al4V uygulamalarda en çok tercih edilen titanyum alaşımıdır (ASM Committee, 1980).

Bunca üstün özelliğine rağmen Ti6Al4V işlenebilirliği en zor titanyum alaşımlarından biridir. Ti6Al4V titanyum alaşımının savunma, havacılık ve sağlık sektörlerinde giderek artan kullanım alanlarından dolayı üretim ve takım maliyetlerinin azaltılması giderek önem kazanmaktadır (Zhang ve ark., 2005). Bu çalışmada Ti6Al4V malzemesinin yüksek hız çeliği ve kaplamalı karbür matkaplarla delinmesinde uygun kesme parametrelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatürde bulunan benzer çalışmalardan bazıları özet olarak aşağıda verilmiştir:

Cantero ve arkadaşları, kuru kesme şartlarında Ti6Al4V'nin delinmesinde takım aşınması, delik kalitesi ve yüzey pürüzlülüğünü incelediler. Delik ölçümleri, yüzey pürüzlülüğü ve çapak kalınlığı bakımından değerlendirildiğinde, takım ömrü tamamlanmasına yakın bir ana kadar yüksek delik kalitesi elde edildiği rapor edilmiştir. Bununla birlikte, iş parçasının mikro sertlik ölçümleri ve SEM-EDS analizleri sonucunda, mekanik özelliklerin kaybolması ile ilgili önemli mikroyapı değişimlerinin olduğu görülmüştür (Cantero ve ark., 2005).

Zeilmann ve Weingaertner Ti6Al4V titanyum alaşımının, TiAlN, CrCN veya TiCN sert kaplamalarla kaplanmış ve kaplanmamış K10 kalitesinde karbür matkaplarla delinmesi sırasında oluşan sıcaklıkları analiz etmişlerdir. Çalışmanın temel amacı, minimum kesme sıvısı kullanmak suretiyle farklı kaplamalarla kaplanmış ve kaplanmamış takımlardaki sıcaklığın değerlendirilmesi olmuştur. Delme sırasında harici bir nozulla ve matkap içerisinden uygulanan minimum kesme sıvısı miktarının etkileri incelenmiştir. Takım içerisinden uygulanan minimum kesme sıvısı ile yapılan delme işlemindeki sıcaklık ölçümlerinin, harici bir nozuldan uygulanan minimum kesme sıvısı ile yapılan delme işlemdeki sıcaklık ölçümlerinden yaklaşık %50 daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Zeilmann ve ark., 2007).

Li ve Albaert, çalışmalarında yaygın olarak kullanılan Ti6Al4V alaşımının 9.92 mm çapında, 384 mm^3/s talaş kaldırma oranıyla delinmesi sırasındaki sıcaklık ve gerilim dağılımlarını araştırmışlardır. Ters ısı transferi metodunu kullanan bir sonlu elemanlar ısıl modeli uygulanarak takım-talaş temas alanındaki ısı dağılımını ve kesme sıvısının konveksiyon ısı iletim katsayısı bulunmaya çalışılmıştır. Deneysel olarak ölçülen matkap sıcaklığı ile sayısal olarak tahmin edilen matkap sıcaklığını karşılaştırmak suretiyle, oldukça yüksek uyumlu bir ısıl model

geliştirdiler. Matkapta gerilim dağılımını çözümlemek için termo-mekanik sonlu elemanlar analizi uygulamışlardır. Model sonuçları, kesme sıvısı uygulamanın, matkabın kesici ve kanal kenarları çevresindeki sıcaklığı düşürmede önemli olduğunu göstermiştir (Li ve ark., 2007- *Li ve ark., 2007).

Sharif ve Rahim, kaplamasız WC/Co ile TiAlN-PVD kaplamalı karbür matkapların titanyum alaşımlarının delinebilirliği üzerindeki performansını araştırmışlardır. Soğutma sıvısı kullanılarak yapılan delme işleminde, kesme hızının takım aşınması, takım ömrü ve deliğin yüzey pürüzlülüğü üzerine etkisi incelenmiştir. Hem kaplamalı hem de kaplamasız matkaplarda, takımın bozulmasına yol açan düzenli olmayan yanak aşınmasının baskın aşınma tipi olduğunu tespit etmişlerdir. Takım ömrü ve yüzey pürüzlülüğü bakımından TiAlN kaplamalı matkaplar, kaplamasız matkaplara göre daha iyi performans sergilemiştir. En düşük kesme hızında (25 m/dk) ve ilerlemede (0,06mm/dev) yirmi beşinci delik delindikten sonra, TiAlN kaplamalı matkap için kaydedilen en yüksek takım ömrü 7.8 dakika olarak bulunmuştur. Kaplamasız karbür matkabın kesici kenarının hızlı aşınmasından dolayı 25 m/dk ve üzeri kesme hızlarında Ti6Al4V delinmesi için kullanımının uygun olmadığı tespit edilmiştir (Sharif ve ark., 2007- Sharif ve ark., 2008).

Heinmann ve diğerleri, helisel matkaplar kullanarak derin ve küçük çaplı deliklerin delinmesinin en zor metal kesme operasyonlarından biri olduğunu ifade etmişlerdir. Yaptıkları çalışmada, soğutma sıvısı tipi ve uygulama usulünün 1.5 mm çapında kaplanmış ve kaplanmamış HSS matkapların takım ömrü üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Sade karbonlu çelik üzerinde ve matkap çapının 10 katı kadar derinlikte derin delme işlemi gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda soğutma sıvısına uygun bir alternatif olarak kuru işlemenin uygulanabilirliği de araştırılmıştır. Yapılan çalışma neticesinde, soğutma sıvısının sürekli uygulanması ile kesikli uygulaması karşılaştırıldığında, kesikli uygulamanın özellikle ısıya duyarlı matkaplarda takım ömründe önemli bir azalmaya neden olduğu görülmüştür. Yüksek soğutma kapasiteli düşük viskoziteli soğutma sıvısının takım ömrünün artmasında oldukça etkili olduğu tespit edilmiştir. Kuru kesme şartlarında yapılan deneylerde kullanılan matkapların çoğunda, hızlı bir takım aşınması olduğu ve buna bağlı olarak takım ömründe önemli ölçüde azalma olduğu gözlemlenmiştir (Heinemann ve ark., 2006).

Ezugwu ve arkadaşları, kübik bor nitrür (CBN) takımların, genellikle titanyum, nikel alaşımları ve sertleştirilmiş yüksek kromlu çelikler gibi sert alaşımların işlenmesinde kullanıldığını ve bu takımların, sahip oldukları yüksek ergime noktası ve sertliklerinden dolayı yüksek hızda işlemeyle ortaya çıkan ısı ve basınca kolaylıkla dayanabildiklerini belirtmişlerdir. Çalışmalarında farklı kalitelerdeki CBN takımların, çeşitli soğutma uygulamaları altında Ti6Al4V alaşımının 150, 200 ve 250 m/dak kesme hızlarında tornalanmasındaki performanslarını araştırmışlardır. Kesici takımların performansını belirlemek için takım aşınması, takım ömrü, kesme ve ilerleme kuvveti ile yüzey pürüzlülüğü dikkate alınmıştır. Ayrıca, 150 m/dk kesme hızında CBN takımlar ile kaplamasız sementit karbür takımlar karşılaştırılmıştır. Takım ömrü açısından, aynı kesme şartlarında kaplamasız sementit karbür takımlar, CBN takımlara göre daha iyi performans sergilediği rapor edilmiştir (Ezugwu ve ark., 2005).

Ünal ve Karaca ticari olarak temin edilmiş Ti6Al4V alaşımını bir CNC dik işlem merkezinde farklı isleme koşulları altında işlemişlerdir. Deneylerde, kesme hızı, ilerleme hızı ve talaş derinliği gibi parametreler değiştirilerek; parametrelerin yüzey pürüzlülüğü, talaş tipi ve yüzey mikro-sertliğine olan etkileri incelenmiştir. Deneyler sonucunda, kesme hızı ve ilerleme miktarının artmasıyla yüzey pürüzlülüğünün de arttığı tespit edilmiştir. Genel olarak sürekli sıvanmalı ve testere diş kesitli talaşların oluştuğu belirlenmiştir (Ünal ve ark., 2007). Benzer çalışmalar Taga ve arkadaşları tarafından yapılmış, bu çalışmada da temel olarak ilerleme hızının yüzey pürüzlülüğünde en etkin parametre olduğunu rapor etmişlerdir (Taga ve ark., 2016).

Hashmi ve Graham, delik delme operasyonları için en uygun kesme şartlarını (kesme hızı, ilerleme, vb.) bulanık mantık (*ing. Fuzzy logic*) yöntemini kullanarak tespit ettiler. Bu yöntemde; üç tip malzeme (orta karbonlu, düşük karbonlu ve imalat çeliği) değişik çap ve kalitedeki HSS matkaplar kullanılmıştır. Geliştirilen bulanık mantık, delinecek malzeme sertliği ile kesme hızı arasında kurulan ilişkiye yönelik çıkarımlar yaparak, bilinenden hareketle bilinmeyeni tahmin etme şeklinde çalışmaktadır. Sistemin kullandığı ilk değerler; imalata yönelik hazırlanmış olan el kitaplarından derlenmiştir. Sistem üç farklı malzeme ve kullanılacak olan kesiciler için en uygun kesme hızı ve ilerleme değerlerini tahmin edebilmektedir. Sistem; sertliği artan malzeme için düşük kesme hızı ve ilerleme önerirken sertliği düşen malzeme için de yüksek kesme hızı ve ilerleme önermektedir (Hashmi ve ark., 2000).

Ti6Al4V malzemenin farklı kesme ve soğutma şartları altında, delik delme işlemi sonrasında oluşan çapak boyutu, yüzey pürüzlülüğü, kesme kuvveti ve kesme momentiyle olan ilişkisinin incelendiği bir başka çalışmada Perçin ve arkadaşları (Perçin ve ark., 2014) soğutma şeklinin delik çıkışında meydana gelen çapak oluşumunu

etkilemediğini ancak kriyojenik kesme işleminde daha az çapak oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Delik yüzey kalitesi için boryağı kullanımı daha iyi sonuçlar vermiştir. Takım aşınması bakımından kriyojenik soğutmanın (*ing. MQL, Minimal Quantity of Lubricant*) daha iyi sonuçlar verdiği, takım köşe rayüsünün daha az büyüdüğü saptanmıştır.

Işık ve Kentli Ti6Al4V malzemenin delinmesi sırasında açığa çıkan ısının delme derinliği, ilerleme hızı ve iş mili devir hızıyla olan ilişkisini inceledi̇ler. Sıcaklık değişimini bir termal kamera vasıtasıyla takip ettiler. Kesme derinliği (*ing. depth of cut*), ilerleme (*ing. feed rate*) ve kesme hızı (*ing. spindle speed*) arttıkça sıcaklığın arttığını izlemişlerdir. Sıcaklık artışına en büyük katkının diğer parametrelere oranla kesme derinliği olduğu belirtilmiştir (Işık ve ark., 2014, Yesilkaya ve Yaman, 2019).

Sushinder ve diğerleri yaptıkları bir çalışmada Ti6Al4V delme operasyonunda itme kuvveti, tork ve talaş morfolojisini incelemişlerdir. Tungsten karbür matkap ile 0.15mm/dev sabit ilerleme hızı altında 19.40, 27.14, 43.41 ve 67.82 m/dk gibi farklı kesme hızlarında 8 mm kalınlığında plaka metal numuneler işlenmiştir. Düşük kesme hızlarında, kesme sırasında oluşan plastik deformasyona dirençten dolayı (çalışma sertleşmesi), yüksek itki kuvveti ve tork meydana geldiği ve çok segmentli talaş oluştuğu gözlemlenmiştir. Yüksek kesme hızlarında ise itki kuvveti ve torkun azaldığı ve kırık talaşın (*ing. discontinuous chip*) oluştuğu dolayısıyla işlenebilirliğin belirgin olarak arttığı gözlemlenmiştir (Sushinder ve ark., 2015).

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, ASTM B265 standardına uygun Ti6Al4V titanyum alaşımı kullanılmıştır. Deney numunesi olarak 302.5x154x25.4 mm boyutlarında dikdörtgen prizma şekilli iş parçaları kullanılmıştır. Deney numunesinin kimyasal bileşimi Tablo 1'de, mekanik özellikleri ise Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Deney numunesinin (Ti6Al4V) kimyasal bileşimi

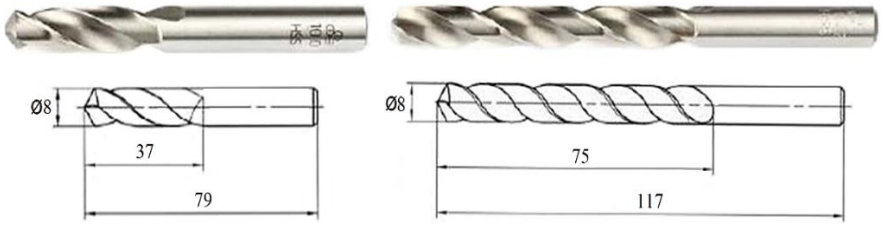
Element	**İçerik (%)**
Titanyum, Ti	87.6- 91
Alüminyum, Al	5.50- 6.75
Vanadyum, V	3.50- 4.50
Demir, Fe	≤ 0.40
Oksijen, O	≤ 0.20
Karbon, C	≤ 0.080
Nitrojen, N	≤ 0.050
Hidrojen, H	≤ 0.015

Delme deneyleri TÜBİTAK-SAGE mekanik üretim altyapısında yer alan Mass Tezsan / TMC V 750 dik işleme merkezinde yapılmıştır. Delme işlemi sonucunda yapılan ölçümler ise TÜBİTAK-SAGE boyutsal kalite kontrol laboratuarında yer alan DEA PC-DMIS CMM tezgâhında yapılmıştır.

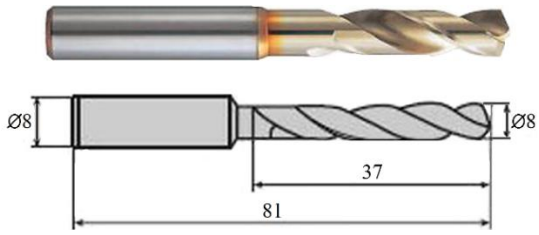
Tablo 2. Deney numunesinin (Ti6Al4V) mekanik özellikleri

Mekanik Özellikler	**Değerler**
Çekme Dayanımı	≥ 895 Mpa
Akma Dayanımı	≥ 828 Mpa
Poisson Oranı	0.31
Elastik Modülü	105-120 Gpa
Kayma Modülü	41-45 Gpa
% Uzama	≥ %10

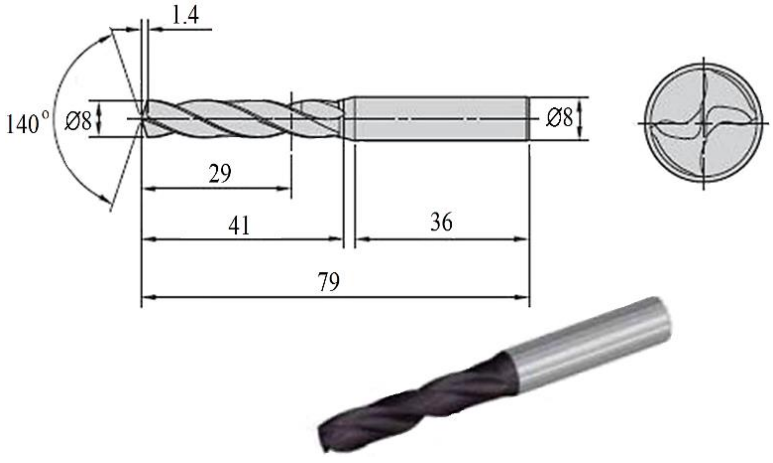
Kullanılan matkaplarda meydana gelen takım aşınması Dino-Lite marka dijital mikroskop ile incelenmiştir. Kısa ve uzun HSS matkaplarda oluşan sıcaklık değerleri ise FLUKE Ti25 marka termal kamera ile ölçülmüştür. Termal ölçümler sırasında kesme işlemi durulup takım iş parçasından yaklaşık 20 mm çıkarıldıktan sonra yaklaşık 1m mesafeden yapılmıştır. Termal ölçümlerin daha doğru ve aynı şartlarda olmasını sağlamak ve üzerindeki soğutma sıvısının tamamen akması için yaklaşık 2 dk beklenmiş ve daha sonra termal çekimler yapılmıştır. Ölçümler gerçek Deneylerde 8 mm çapında 4 çeşit takım kullanılmıştır. HSS olarak MTE marka B000078008000 (TS/ISO 235-DIN1897) ürün kodlu kaplamasız 118° uç açılı, kısa takım ve B00007200800 (TS/ISO 494-DIN340) ürün kodlu kaplamasız 118° uç açılı, uzun takım kullanılmıştır (Bkz. Şekil 2). Kaplamalı HSS olarak Nachi marka SGESS LIST7572P ürün kodlu 135° uç açılı Şekil 3'de gösterilen takım kullanılmıştır. Karbür olarak; Schwegler marka içten soğutmalı FA-0001858-Nr.010 ürün kodlu P20 ve K10 kalite sinterlenmiş takım malzemesinden üretilmiş, çok katmanlı kaplamalı (TiAlN +TiN), 140° uç açılı takım kullanılmıştır (Bkz. Şekil 4). Ayrıca KennaMetal marka B966A08000 (DIN6537) ürün kodlu P20 ve K20 kalite sinterlenmiş takım malzemesinden üretilmiş, çok katmanlı kaplamalı (TiAlN +TiN), 140° uç açılı takım kullanılmıştır. Takımlardan kısa olanlar 43 mm boydan bağlanırken uzun olan takım 76 mm boydan bağlanmıştır.



Şekil 2. MTE marka kaplamasız HSS matkaplar (Makine Takım Endüstrisi, 2013)



Şekil 3. Nachi marka kaplamalı HSS matkap (Nachi, 2012)



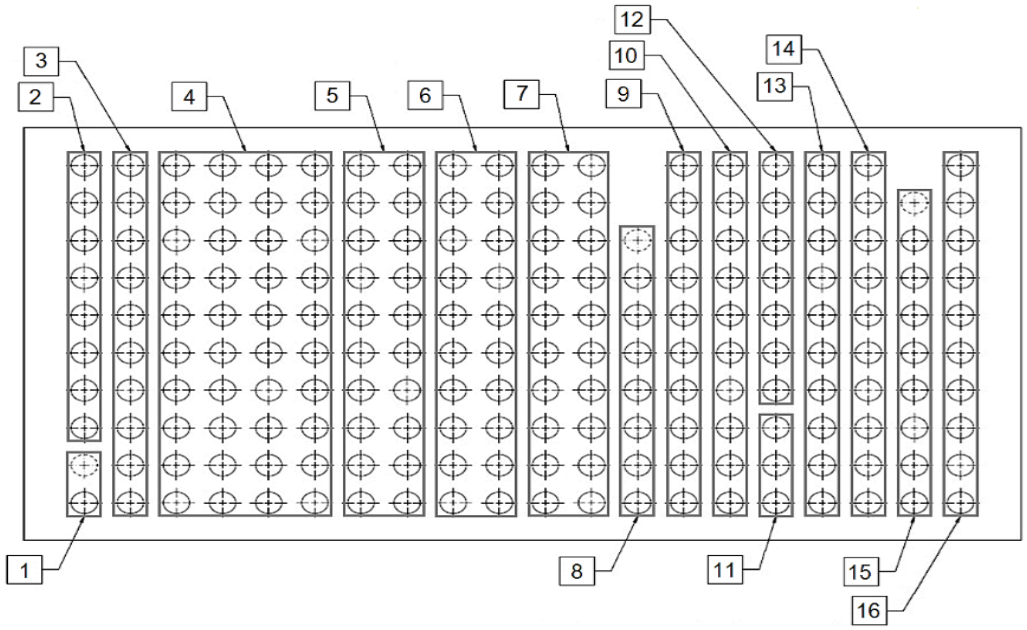
Şekil 4. Kenna-Metal marka kaplamalı karbür matkap (Kennametal, 2012)

Deneylerde kullanılan kesme parametreleri matkaplara göre Tablo 3'te gösterilmiştir. Burada uygulanan kesme ve ilerleme hızı değerleri başlangıçta katalogdan alınmış, daha sonra takım aşınması ve delik kalitesine bakılarak en iyi kesme parametresi belirlenmeye çalışılmıştır. Aynı matkap grubunda uygulanan delik sayısı da aynı tutulmuş,

sinterlenmiş karbür matkaplarda uygulanan delik sayısı çok tutularak çok delikte matkabın performansı da gözlenmiştir. Matkaplar iş parçası yüzeyinden sıfırlanarak, 28 mm mesafeye 1'er mm gagalama (*ing. peck drilling*) yöntemiyle delme işlemini gerçekleştirmiştir. Şekil 5'te ise kesme parametrelerinin uygulandığı delik grupları gösterilmektedir.

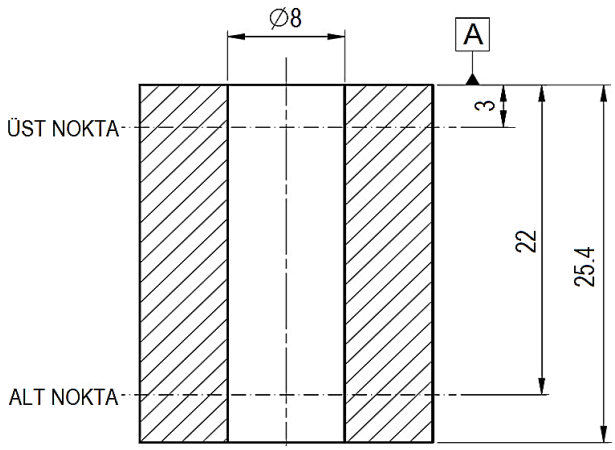
Tablo 3. Deneylerde kullanılan kesme parametreleri

Kesici Takım	**Devir Sayısı (dev/dk)**	**Kesme Hızı (m/dk)**	**İlerleme Hızı (mm/dev)**	**Delinen Delik Sayısı (Adet)**	**Grup No**
Kaplamalı HSS	900	22.6	0.04	2	1
	500	12.5	0.04	8	2
	500	12.5	0.06	10	3
Kaplamalı Karbür	700	17.5	0.08	40	4
	600	15.1	0.04	20	5
	600	15.1	0.05	20	6
	600	15.1	0.06	20	7
Kaplamasız Kısa HSS	400	10	0.037	7	8
	300	7.5	0.05	10	9
	300	7.5	0.065	10	10
	250	6.3	0.08	3	11
	300	7.5	0.08	7	12
Kaplamasız Uzun Karbür	350	8.8	0.04	10	13
	300	7.5	0.05	10	14
	300	7.5	0.065	8	15
	350	8.8	0.07	10	16



Şekil 5. Delik grupları

Delik delme işlemi sonucunda CMM tezgâhında deliklerin alt ve üst çap kontrolü, eş eksenlilikten sapma, diklikten sapma ile alt ve üst dairesellikten sapma kontrolleri yapılmıştır. Şekil 6'da alt ve üst çap ile dairesellikten sapma kontrollerinin yeri gösterilmektedir. A datumunun parça üstü olduğu kabul edilirse, A datumuna göre ölçüm mesafeleri verilmiştir.



Şekil 6. Delik kesiti ve kontrol noktası ölçüleri

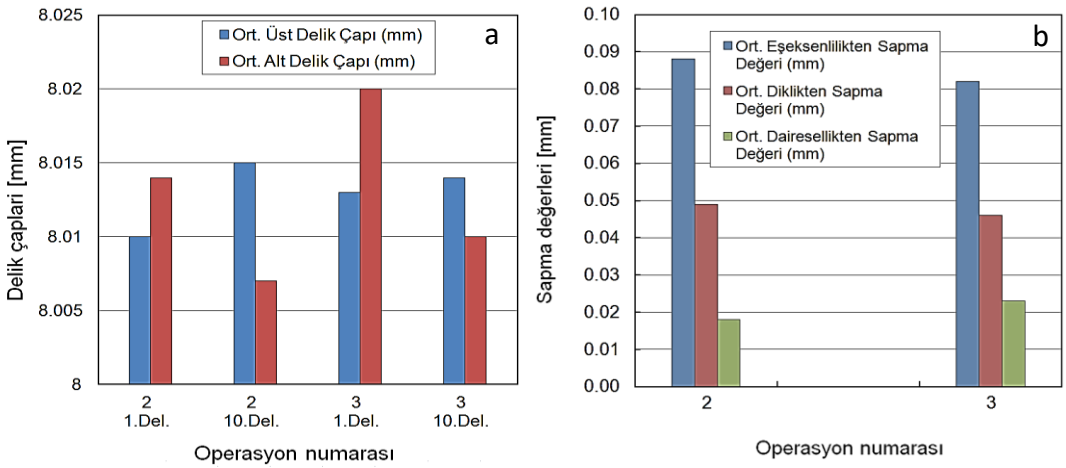
Delme deneylerinde kesme sıvısı olarak CIMCOOL Cimperial 806 yarı sentetik emülsiyon (%5) kullanılmıştır. Kesme sıvısı seçimi malzemenin cinsi ve takım kataloglarında yazan bilgiler dikkate alınarak seçilmiştir. Delme esnasında kesme sıvısı sürekli ve yaklaşık aynı basınçta uygulanmıştır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

1.1. Takım Aşınmasının Boyutsal ve Geometrik Toleranslara Etkisi

1.1.1. Kaplamalı HSS takım

Kaplamalı HSS takım ile farklı kesme parametrelerinde 3 farklı delik delme deneyi uygulanmıştır. 1 numaralı deneyde katalogdan alınan değerler kullanılmış, 28 mm'lik delik delme mesafesine 14 mm mesafeyle 2 gagalama yapılarak delinmesi planlanmıştır. 22.6 m/dk kesme hızı, 900 dev/dk devir sayısı ve 0.04 mm/dev ilerleme hızında 10 adet delik delinmiş fakat 2. delikte malzeme matkaba sarmıştır. Gagalama miktarının az olması ve buna bağlı olarak matkabın uç kısmına yeterince kesme sıvısı ulaşamaması başarısızlığın sebebi olarak değerlendirilmiştir. 2 numaralı deneyde 1 numaralı deneyde kullanılan ilerleme hızı alınmış fakat kesme hızı ve buna bağlı olarak devir sayısı ile gagalama miktarı düşürülmüştür. 12.5 m/dk kesme hızı, 500 dev/dk devir sayısı ve 0.04 mm/dev ilerleme hızında 8 delik delme planlanmıştır. 8 delikte başarıyla delinmiştir. Takım ucunda yanma ve körelme gözlenmemiştir. 1. ve 8. delikte de alt ve üst çap arasındaki çap farkı 0.01 mm'den az ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.088 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.049 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.022 mm iken 8. delikte 0.013 mm ölçülmüştür. Çıkan sayısal değerler ve takım aşınması görüntüleri değerlendirildiğinde delik çapları Ø8.00–Ø8.02 mm aralığında, eşeksenlilik, diklik ve dairesellikten sapma değerleri ise 0.10 mm'nin altında olduğu görülmektedir. Bu değerler bu kesme parametrelerinin bu takım için oldukça iyi olduğunu göstermektedir.



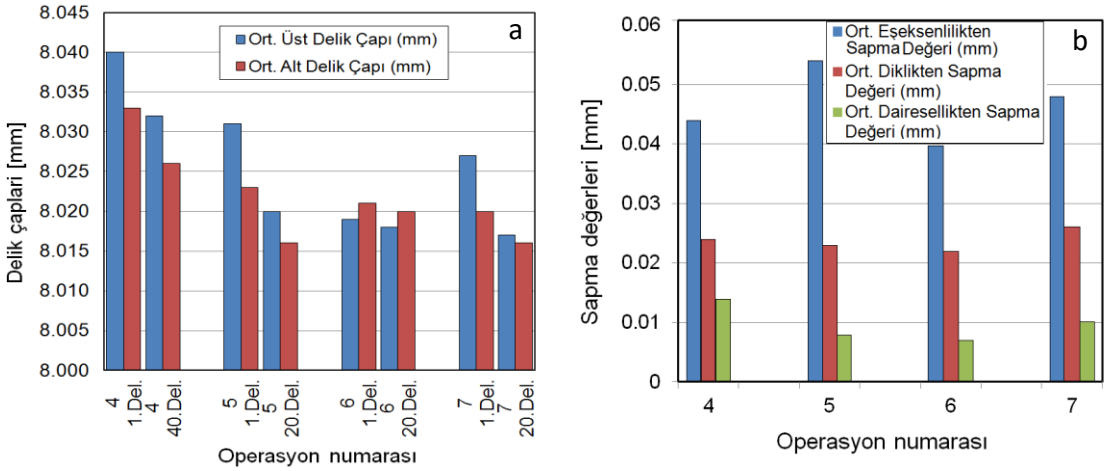
Şekil 7. Kaplamalı HSS ile delinen deliklerin (a) ortalama üst ve alt delik çapları ve (b) ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve daireselliken sapma değerleri

3 numaralı deneyde 2 numaralı deneyde kullanılan kesme hızı ve devir sayısı aynen alınmış, ilerleme hızı performansa bakmak açısından artırılmıştır. 12.5 m/dk kesme hızı, 500 dev/dk devir sayısı ve 0.06 mm/dev ilerleme hızında 10 delik delme planlanmıştır. 10 delikte başarıyla delinmiştir. Takım ucunda hafif aşınma gözlenmiştir. 1. ve 10. delikte de alt ve üst çap arasındaki çap farkı 0.01 mm'den az ölçülmüştür. Takım aşınmasından dolayı bazı deliklerde delik çapının Ø8 mm'nin altına düştüğü gözlenmiştir. Eksenel sapma 0.082 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.046 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen daireselliken sapma farkı 0.028 mm iken 10. delikte 0.018 mm ölçülmüştür. Bu deneyde, 2 numaralı deneye göre kullanılan yüksek ilerleme hızı delik çaplarının ve daireselliken sapma değerlerinin kötü çıkmasına neden olabileceği değerlendirilmiştir. Uygulanan deneylerde ortalama ilk ve son delik çaplarının ilişkisi Şekil 7a'da, ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve daireselliken sapma değerlerinin ilişkisi ise Şekil 7b'de gösterilmiştir. Sonuç olarak; kaplamalı HSS takımlara Ti6Al4V titanyum alaşımının delinebilmesi için takım ucuna iyi soğutma sıvısının gönderilmesi, talaşın iyi atabilmesi ve gagalama değerinin düşük olması gerektiği anlaşılmıştır. 2 numaralı deneyde kullanılan kesme parametrelerinin bu takım için uygun olduğu söylenebilir.

Kaplamalı karbür takım

Kaplamalı karbür takım ile farklı kesme parametrelerinde 4 farklı delik delme deneyi gerçekleştirilmiştir. Bu deneylerde birbiri ile aynı özellikte 2 farklı karbür takım kullanılmıştır. 4 numaralı deneyde yüksek kesme ve ilerleme hızında delik delme performansına bakılmıştır. Takım içten soğutmalı olmasına rağmen tezgâhta içten soğutma özelliği olmadığı için bu özellik kullanılamamıştır. 17.5 m/dk kesme hızı, 700 dev/dk devir sayısı ve 0.08 mm/dev ilerleme hızında 40 adet delik delinmiştir. 40. delik sonunda takımda hafif aşınma görülmüştür. 1. delikte alt ve üst arasındaki çap farkı 0.007 mm iken, 40. delikte 0.006 mm ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.044 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.024 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen daireselliken sapma farkı 0.017 mm iken 40. delikte 0.012 mm ölçülmüştür. Malzemenin özelliğine göre uygulanan yüksek kesme parametrelerinde Schwegler marka karbür takım 40 deliği de başarıyla delmiştir.
5 numaralı deneyde, 4 numaralı deneyde kullanılan takımdan farklı marka takım kullanılmıştır. 4 numaralı deneyde kullanılan kesme ve ilerleme hızları düşürülerek takım aşınması ve sayısal ölçüm değerlerinin en iyisi aranmıştır. 5, 6 ve 7 numaralı deneylerde aynı kesme hızında farklı ilerleme hızları uygulanmıştır. 15.1 m/dk kesme hızı, 600 dev/dk devir sayısı ve 0.04 mm/dev ilerleme hızında 20 adet delik delinmiştir. Takımda aşınma gözlenmemiş, kesici kenarlarda hafif talaş birikmesi gözlenmiştir. 1. delikte alt ve üst çap arasındaki fark 0.008 mm iken 20. delikte bu fark 0.004 mm ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.054 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.023 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen daireselliken sapma farkı 0.011 mm iken 20. delikte 0.006 mm ölçülmüştür. Kennametal marka kaplamalı karbür takım bu kesme parametrelerinde iyi performans göstermiştir. 6 numaralı deneyde 5 numaralı deneye göre kesme hızı ve buna bağlı olarak devir sayısı

sabit tutulmuş, ilerleme hızı artırılmıştır. 15.1 m/dk kesme hızı, 600 dev/dk devir sayısı ve 0.05 mm/dev ilerleme hızında 20 adet delik delinmiştir. Takımda hiç aşınma ve talaş birikmesi gözlenmemiştir. 1. delikte alt ve üst çap arasındaki fark 0.002 mm iken 20. delikte bu fark 0.002 mm ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.04 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.022 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.007 mm iken 20. delikte 0.006 mm ölçülmüştür. Sayısal ölçüm değerleri ve takım aşınması görüntülerinden de anlaşılacağı gibi kennametal marka kaplamalı karbür takım, bu kesme parametrelerinde mükemmel denebilecek sonuçlar vermiştir.



Şekil 8. Kaplamalı karbür ile delinen deliklerin (a) ortalama üst ve alt delik çapları ve (b) ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri

7 numaralı deneyde 5 ve 6 numaralı deneylerde kullanılan kesme hızı kullanılmış, ilerleme hızı artırılmıştır. 15.1 m/dk kesme hızı, 600 dev/dk devir sayısı ve 0.06 mm/dev ilerleme hızında 20 adet delik delinmiştir. Takımda hafif aşınma ve kesici kenarlarda hafif talaş birikmesi gözlenmiştir. 1. delikte alt ve üst çap arasındaki fark 0.007 mm iken 20. delikte bu fark 0.001 mm ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.048 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.026 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.012 mm iken 20. delikte 0.008 mm ölçülmüştür. Bu kesme parametrelerinde takım iyi performans gösterse de ilerleme hızının yükselmesi takımda hafif aşınmaya sebebiyet vermiştir. Uygulanan deneylerde ortalama ilk ve son delik çaplarının ilişkisi Şekil 8a'da, ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerlerinin grafiği ise Şekil 8b'de gösterilmiştir. Sonuç olarak kaplamalı karbür takım ile 40 deliğin başarıyla delinmesine karşın takımda hafif aşınma gözlenmiştir. Bu aşınmayı giderebilmek için kesme ve ilerleme hızı düşürülerek daha iyi performans hedeflenmiştir. Kaplamalı karbür takımlar Ti6Al4V titanyum alaşımının delinmesinde çok iyi performans göstermiştir. Kullanılan kesme parametreleri bu takımlarda iyi sonuçlar vermiştir. 6 numaralı deneyde uygulanan kesme parametreleri, kullanılan kaplamalı karbür takım ile mükemmel yakın sonuçlar elde edilmiştir.

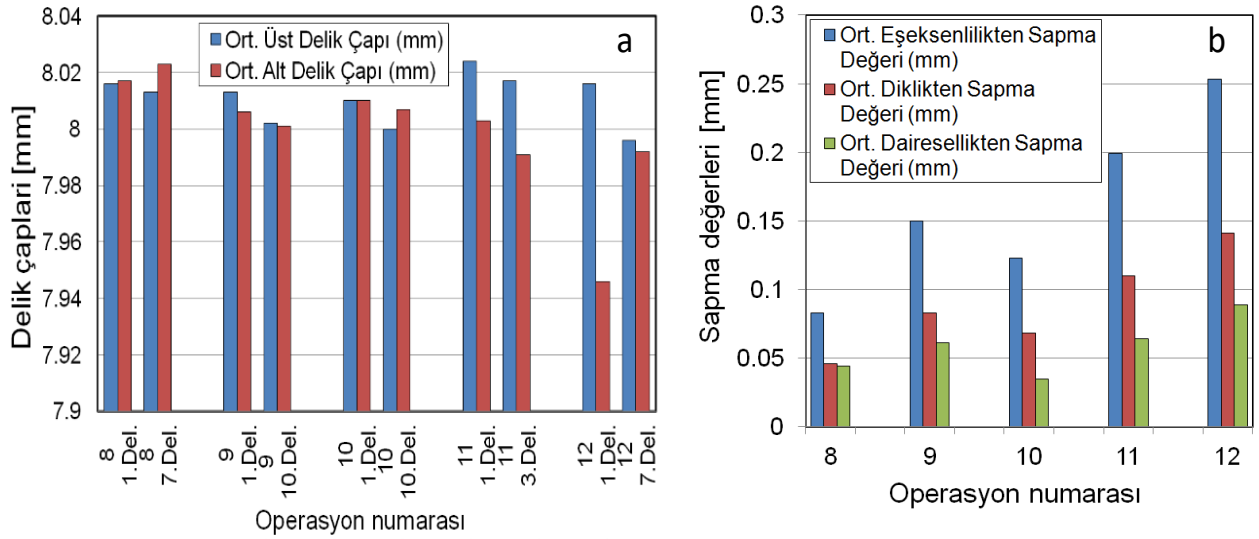
1.1.2. Kaplamasız kısa HSS takım

Kaplamasız kısa HSS takım ile farklı kesme parametrelerinde 5 farklı delik delme deneyi gerçekleştirildi. En uygun kesme parametreleri değiştirilmiştir 7.5 m/dk kesme hızı, 300 dev/dk devir sayısı ve 0.05 mm/dev ilerleme hızı olarak tespit edildi. Gerçekleştirilen 10 delik delme operasyonu sonucunda matkabın ucunda hafif yanmalar gözlenmiştir. 1. ve 10. delikte alt ve üst çap arasındaki fark 0.01 mm mertebesini geçmemiştir. Eksenel sapma 0.15 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.083 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.061 mm iken 10. delikte 0.034 mm ölçülmüştür. Çıkan sayısal değerler ve takım aşınması görüntüleri değerlendirildiğinde kesme parametrelerinin 8 numaralı operasyona göre iyi çıktığı söylenebilir.

10 numaralı deneyde 9 numaralı deneydeki uygun kesme hızı ve devir sayısı korunmuş, ilerleme hızındaki artışın sayısal değerler ve takım aşınması üzerindeki etkisine bakılmıştır. 7.5 m/dk kesme hızı, 300 dev/dk devir sayısı ve 0.065 mm/dev ilerleme hızında 10 delik delme planlanmış, 10 delikte başarıyla delinmiştir. Matkabın ucunda hafif yanmalar gözlenmiştir, fakat körelme 9 numaralı operasyona göre daha az olmuştur. 1. ve 10. delikte alt ve üst çap farkı daha da azalarak 0.01 mm'den daha da az ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.123 mm ortalamasında, diklikten

sapma ise 0.068 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.05 mm iken 10. delikte de 0.019 mm ölçülmüştür. 9 numaralı operasyona göre takım aşınması, delik çapları, eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri iyi çıkmıştır.

11 numaralı deneyde 10 numaralı deneye göre kesme hızı düşürülmüş, buna bağlı olarak devir sayısı da düşürülmüş fakat ilerleme hızı artırılmıştır. 6.3 m/dk kesme hızı, 250 dev/dk devir sayısı ve 0.08 mm/dev ilerleme hızında 10 delik delme planlanmıştır. Fakat 3. delikten sonra matkap aşırı derecede körelmiştir. Delik çapları 1. delikte iyi görünürken 3. delikte altta Ø8.017 mm, üstte Ø7.991mm ölçülmüştür. 10 numaralı deneye göre kesme hızının düşürülmesi ve ilerleme hızının artırılması olumsuz sonuç vermiştir. 12 numaralı deneyde 11 numaralı deneye göre kesme hızı artırılmış fakat ilerleme hızı aynı tutulmuştur. Burada amaçlanan 10 numaralı deneydeki uygun kesme hızının yüksek ilerleme miktarı ile denenmesidir. 7.5 m/dk kesme hızı, 300 dev/dk devir sayısı ve 0.08 mm/dev ilerleme hızında 10 delik delme planlanmıştır. Fakat matkap 7. delik sonunda aşınmış ve uç kısmında yanmalar gözlenmiştir. 1. delikte alt ve üst çap farkı 0.07 mm iken 7. delikte 0.01 mm ölçülmüştür. Matkabın dış köşesinin aşınmasından dolayı 7. delikte delik çapı Ø7.992 mm ye kadar düşmüştür. Eksenel sapma diğer delme operasyonlarına göre yüksek ortalama 0.253 mm çıkmıştır. Diklikten sapma ise 0.141 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.081 mm iken 10. delikte 0.096 mm çıkmıştır. Bu operasyonda kullanılan yüksek ilerleme hızı ile 7.20 m/dk kesme hızı olumlu sonuç vermemiştir. İlerleme hızının yüksek olması matkabın dış köşesinin aşırı aşınmasına hatta kırılmasına neden olmuştur.



Şekil 9. Kaplamasız kısa HSS ile delinen deliklerin (a) ortalama üst ve alt delik çapları ve ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri

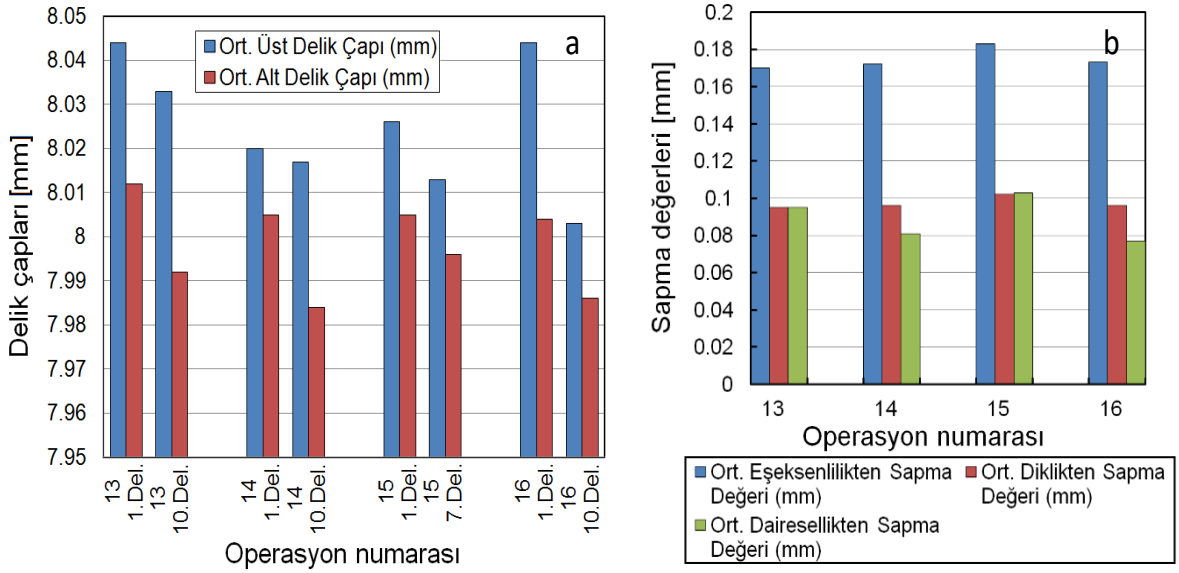
Uygulanan deneyler sonucunda ölçülen ortalama üst ve alt delik çapları Şekil 9a'da, ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri ise Şekil 9b'de gösterilmiştir. Sonuç olarak; kaplamasız HSS takımlar ile titanyum alaşımlarının delinmesi esnasında takımda aşırı ısınma ve buna bağlı olarak aşınma gözlenmektedir. Delik çapları ve eksenel sapma değerleri kötü, takım aşınması hızlı olmaktadır. Kullanılan kesme parametreleri içerisinde en uygunu 10 numaralı deneyde uygulanan kesme parametreleridir.

Kaplamasız uzun HSS takım

Kaplamasız uzun HSS takım ile farklı kesme parametrelerinde 4 farklı delik delme deneyi uygulanmıştır. 13 numaralı deneyde kısa HSS takımlara göre kesme hızı yüksek tutulmuş, ilerleme hızında ortalama bir değer alınmıştır. 8.8 m/dk kesme hızı, 350 dev/dk devir sayısı ve 0.04 mm/dev ilerleme hızında 10 adet delik başarıyla delinmiştir, fakat matkapta körelmeler ve kesici kenar yüzeyinde aşınma ve kırılmalar meydana gelmiştir. 1. delikte alt ve üst çap farkı 0.032 mm iken 10. delikte bu fark 0.041 mm'ye çıkmıştır. 10 delik içinde alt delik

çaplarında Ø8 mm'nin altına düşen değerler görülmektedir. Eksenel sapma 0.17 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.095 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.132 mm iken 10. delikte 0.059 mm ölçülmüştür. Kesme hızı artışı çok olumlu sonuçlar vermese de ölçülen sayısal değerler ve takım aşınması iyi görünmektedir. 14 numaralı deneyde kesme hızı düşürülmüş, ilerleme hızı artırılmıştır. 7.5 m/dk kesme hızı, 300 dev/dk devir sayısı ve 0.05 mm/dev ilerleme hızında 10 adet delik başarıyla delinmiştir.

Takımın kesici kenarında yer yer kırılmalar görülmüştür. 1. delikte alt ve üst çap arasındaki fark 0.015 mm iken 10. delikte 0.033 mm'ye çıkmıştır. Matkabın kesici kenarındaki kırılmalardan dolayı son deliklere doğru çap değeri 8 mm'nin altına düşmüştür. Eksenel sapma 0.172 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.096 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.122 mm iken 10. delikte 0.04 mm ölçülmüştür. 13 numaralı operasyona göre kesme hızının düşürülüp, ilerleme hızının artırılması olumlu sonuç vermiş; takım aşınmasının azalmasına, ölçülen sayısal değerlerin iyileşmesine neden olmuştur.



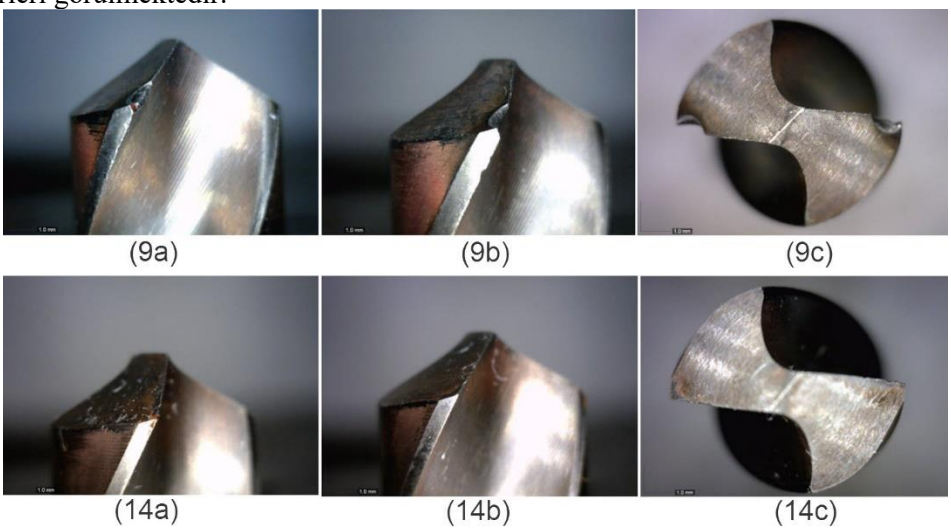
Şekil 10. Kaplamasız uzun HSS ile delinen deliklerin (a) ortalama üst ve alt delik çapları ve ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri

15 numaralı deneyde kesme hızı sabit tutularak ilerleme hızı biraz daha artırılmıştır. 7.5 m/dk kesme hızı, 300 dev/dk devir sayısı ve 0.065 mm/dev ilerleme hızında 10 delik delme planlanmıştır. Fakat 7. delik sonunda matkabın kesici kenar ucu kırılmıştır. 1. delikte alt ve üst çap arasındaki fark 0.019 mm iken 7. delikte 0.017 mm ölçülmüştür. Eksenel sapma 0.183 mm ortalamasında, diklikten sapma ise 0.102 mm ortalamasında ölçülmüştür. 1. deliğin üst ve alt kısmında ölçülen dairesellikten sapma farkı 0.161 mm iken 10. delikte 0.045 mm ölçülmüştür. İlerleme hızının artırılması iyi sonuç vermemiştir. 16 numaralı deneyde artan ilerleme hızına kesme hızının düşük kaldığı düşünülerek, ilerleme ve kesme hızı artırılmıştır. 8.8 m/dk kesme hızı, 350 dev/dk devir sayısı ve 0.07 mm/dev ilerleme hızında 10 delik delme planlanmıştır. 10 delikte başarıyla delinmiştir. Öte yandan 14 numaralı deneye göre ölçülen sayısal değerler ve matkap aşınması kötü sonuç vermiştir. Uygulanan deneylerde ortalama üst ve alt delik çapları Şekil 10a'da, ortalama eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri ise Şekil 10b'de gösterilmiştir. Kaplamasız uzun HSS takımlarda da kısa HSS takımlarla aynı sorunlar yaşanmıştır.

Takım Aşınmasının Takım Üzerinde Oluşan Sıcaklık Artışına Olan Etkisi

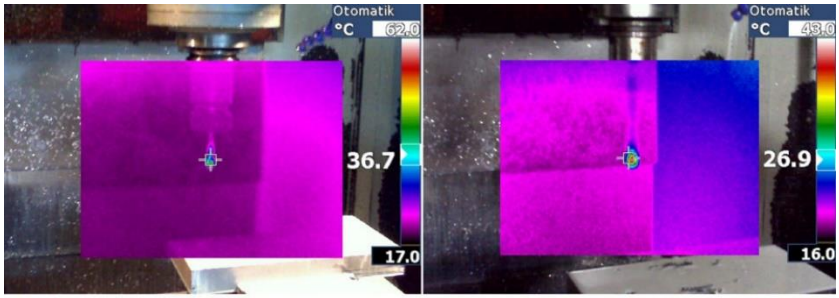
Kısa ve uzun HSS matkaplara aynı kesme parametrelerinde 2'şer deney uygulanmış, aynı kesme hızlarında, buna bağlı olarak aynı devir sayısında ve 2 farklı ilerleme hızında deneyler gerçekleştirilmiştir. 4, 5, 6 ve 7 numaralı

deneyler kaplamalı karbür matkap için, 9 ve 10 numaralı deneyler kısa HSS matkap için, 14 ve 15 numaralı deneyler ise uzun HSS matkap için uygulanmıştır.
İşleme sonrası matkaplarda meydana gelen aşınmalara bakıldığında HSS uzun takımın daha az aşındığı görülmektedir. Şekil 11'de (9a), (9b) ve (9c)'de kısa takımda, (14a), (14b) ve (14c)'de ise uzun takımında meydana gelen aşınmalar görülmektedir. Şekil 12'de delme operasyonu sonrası kaplamasız kısa ve uzun takımda meydana gelen sıcaklık değerleri görülmektedir.

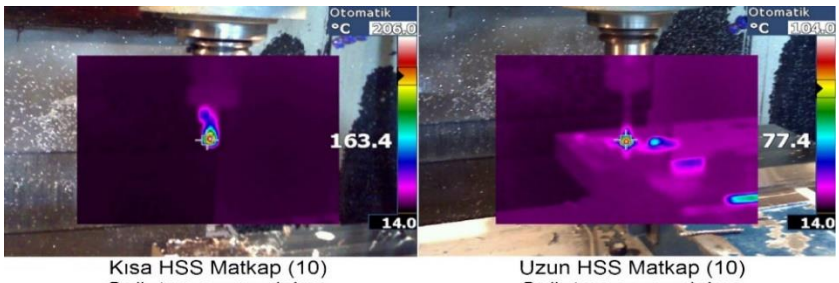


Şekil 11. 9 ve 14 numaralı deneylerde kullanılan kaplamasız kısa ve uzun HSS matkapların aşınma görüntüleri

Deneyler sırasında uzun takımın kısa takıma oranla yaklaşık 19°C'ye varan bir farkla daha az ısındığı görülmüştür. 9 ve 14 numaralı operasyonlarda kullanılan matkaplar 1'er delikte soğutma suyu uygulanmadan çalıştırılarak sıcaklık değerleri gözlenmiş, Şekil 13'te termal kameradan elde edilen kaplamasız kısa ve uzun matkapların en fazla sıcaklık farkı değeri yaklaşık olarak 83°C ölçülmüştür.

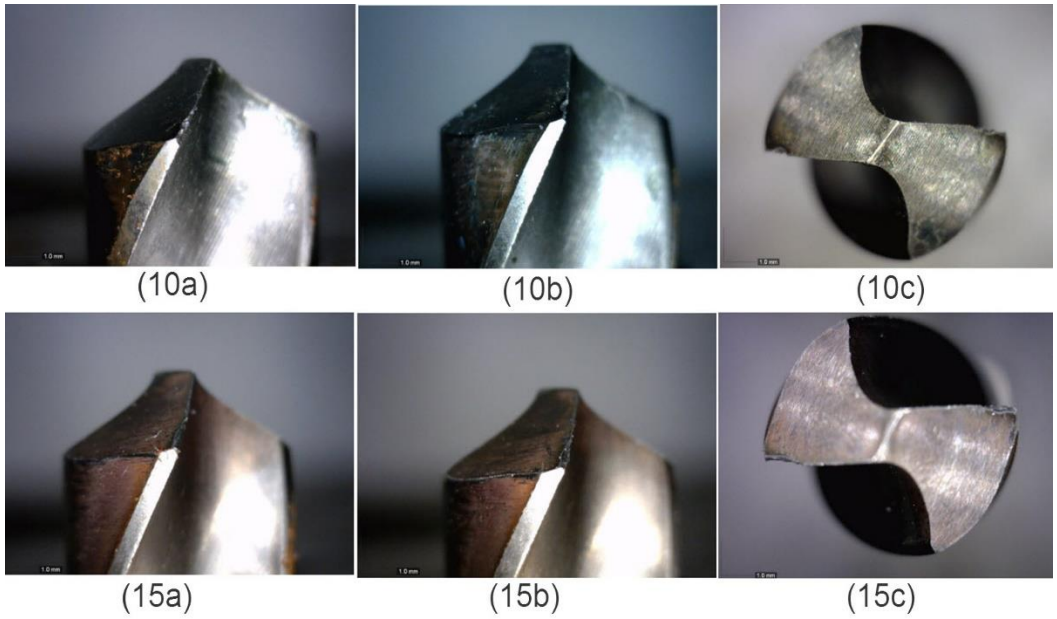


Şekil 12. 9 ve 14 numaralı deneylerde kullanılan kaplamasız kısa ve uzun HSS matkaplarda delme işlemi sonrası termal kamerada oluşan sıcaklık değerleri

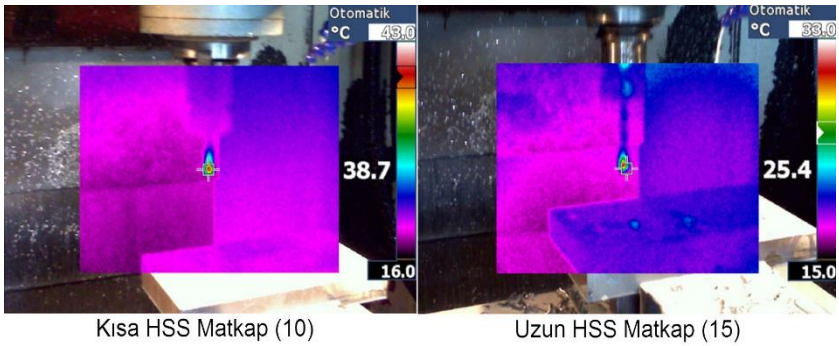


Şekil 13. 9 ve 14 numaralı deneylerde kullanılan kaplamasız kısa ve uzun HSS matkaplarda kesme sıvısız (kuru) delme işlemi sonrası termal kamerada oluşan sıcaklık değerleri

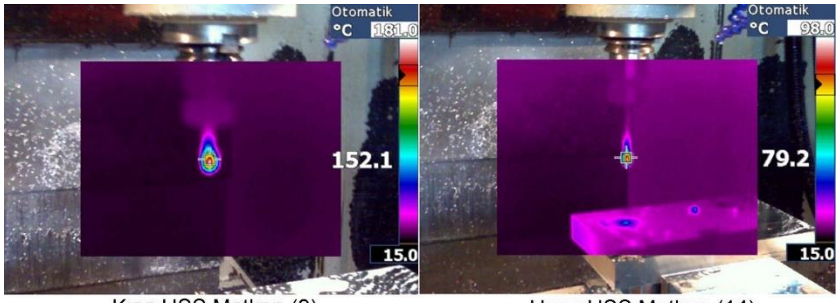
10 numaralı deneydeki delik çapları, eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma değerleri 15 numaralı deneyde kullanılan uzun HSS takıma göre daha iyi çıkmıştır. Takım aşınmalarına bakıldığında HSS uzun takımın daha az aşındığı görülmektedir. Şekil 14'te (10a), (10b) ve (10c)'de kaplamalı kısa takımda, (15a), (15b) ve (15c)'de ise kaplamalı uzun takımında meydana gelen aşınmalar görülmektedir. Ayrıca Şekil 15'te delme işlemi sonrası kaplamalı kısa ve uzun takımda meydana gelen sıcaklık değerleri görülmektedir. Uzun takım kısa takımdan yaklaşık 10°C daha az ısınmıştır. 10 ve 15 numaralı deneylerde kullanılan matkaplar 1'er delikte soğutma sıvısız çalıştırılarak sıcaklık değerleri gözlenmiş, Şekil 16'da meydana gelen maksimum sıcaklık farkı yaklaşık 102°C olarak ölçüldü, bu sonuç kaplamalı uzun HSS takımın işleme sırasında daha az ısındığını göstermektedir.



Şekil 14. 10 ve 15 numaralı deneylerde kullanılan kaplamalı kısa ve uzun HSS matkapların aşınma görüntüleri.



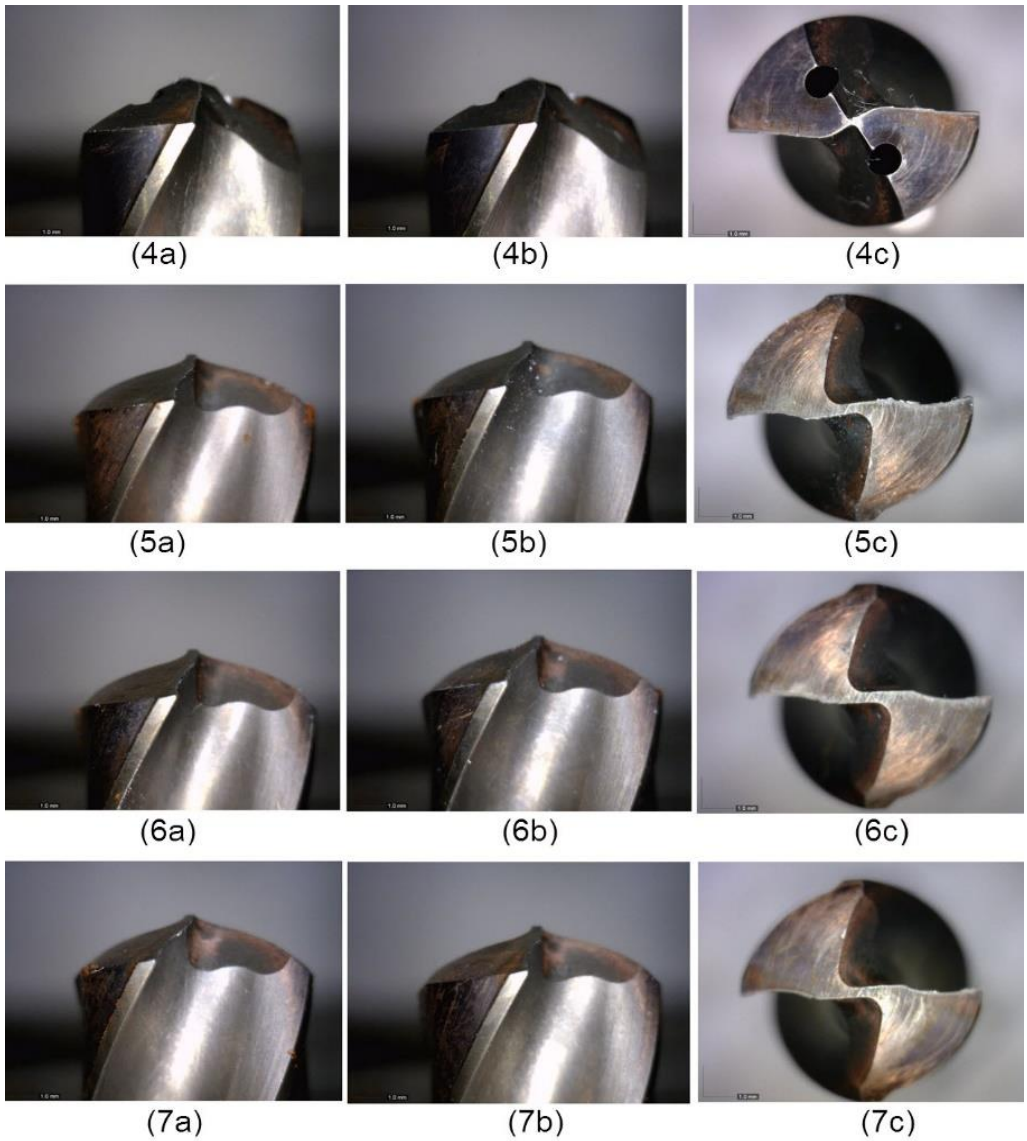
Şekil 15. 10 ve 15 numaralı deneylerde kullanılan kaplamalı kısa ve uzun HSS matkaplarda delme işlemi sonrası termal kamerada oluşan sıcaklık değerleri.



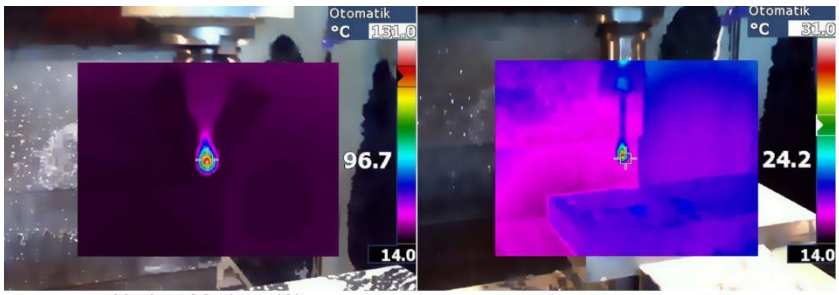
Kısa HSS Matkap (9)
Soğutma sıvısız delme

Uzun HSS Matkap (14)
Soğutma sıvısız delme

Şekil 16. 10 ve 15 numaralı deneylerde kullanılan kaplamalı kısa ve uzun HSS matkaplarda kesme sıvısız (kuru) delme işlemi sonrası termal kamerada oluşan sıcaklık değerleri.



Şekil 17. 5, 6 ve 7 numaralı deneylerde kullanılan kaplamalı Karbür matkapların aşınma görüntüleri.



Karbür Matkap (6)
Soğutma sıvısız delme

Karbür Matkap (7)

Şekil 18. 6 (soğutma sıvısız) ve 7 numaralı deneylerde kullanılan kaplamalı Karbür matkaplarda delme işlemi sonrası termal kamerada oluşan sıcaklık değerleri.

Bu sonuçlardan hareketle, uzun takımın kısa takıma göre uç kısmından iletilen sıcaklığı daha iyi dağıttığı söylenebilir. Ayrıca uzun takımda pensle iş parçası arası mesafesi daha uzun olduğundan uç kısmına daha iyi kesme sıvısı ulaşabilmekte takım daha iyi soğumakta ve böylece daha az aşınmaktadır. Uzun takımda, daha fazla salgı olduğundan çap ve geometrik tolerans değerleri kısa takıma göre daha kötü çıkmaktadır. Kaplamalı Karbür takımlar hem boyutsal tamlık hem aşınma direnci hem de daha düşük ısı üretme bakımlarından diğer takımlara oranla daha üstün performans göstermiştir. Şekil 17'de 4, 5, 6 ve 7 kaplamalı Karbür matkap gruplarına ait aşınma görüntüleri verilmiştir. Isı üretimi anlamında kuru ve soğutmalı işlemelerde diğer takımlara göre işleme sırasında yaklaşık %30 daha az ısınmıştır (Bkz. Şekil 18).

SONUÇ

Bu çalışmada Ti6Al4V titanyum alaşımının delinebilirliği takım türüne ve bağlama boyuna göre araştırılmıştır. 4 farklı türde takım ile değişik kesme parametrelerinde 16 farklı grup delme olmak üzere toplamda 200'e yakın delme işlemi gerçekleştirilmiştir. İşleme deneyleri sonunda delik çapları, eksenel sapma, diklikten sapma ve dairesellikten sapma ile takım aşınması kontrolü yapılmıştır. Genel itibariyle en uygun takım kaplamalı karbür takım olarak ön plana çıkmış, en uygun işleme parametreleri kesme hızı olarak 15.1 m/dk ve ilerleme hızı olarak 0.05 mm/dev tespit edilmiştir. Kaplamalı ve kaplamasız kısa ve uzun HSS takımlarda aynı kesme parametreleri ve aynı kesme şartlarında uygulanan delme operasyonu sonucunda, uzun takımdaki takım aşınmasının kısa takıma göre daha az olduğu, buna karşın salgıdan dolayı uzun matkap çap ve geometrik tolerans değerlerinin kısa takıma göre daha kötü olduğu görülmüştür. Kaplamalı HSS takımlar kaplamasız HSS takımlara göre boyutsal ve geometrik tamlık, işleme sırasında az ısınma ve daha az takım aşınması (daha uzun takım ömrü) anlamlarında daha yüksek performans sergilemiştir. Takım performans sıralaması yapılması durumunda yüksekten düşüğe doğru kaplamalı Karbür, kaplamalı HSS ve kaplamasız HSS şeklinde sıralanabileceği görülmüştür.

KAYNAKLAR

Ousthuizen GA, Akdogan G, Dimitrov D, Treurnicht NF, 2010. A review of the machinability of titanium Alloys, R&D J. of the South African Institution of Mechanical Engineering, 26:43-52.

Leyens C, Peters M, 2003. Titanium and titanium alloys-fundamentals and applications, WILEY-VCH Verlag GmbH&Co. KGaA, Weinheim, 1-37, 333-599.

ASM Committee, 1980. Introduction to titanium and its alloys, ASM Metals Handbook Vol2, ASM International, Metals Park**,** USA, 1770-1771.

Zhang PF, Churi NJ, Pei ZJ, Treadwell C, 2008. Mechanical drilling processes for titanium alloys: A literature review, Mach. Sci. and Tech., 12:417-444.

Cantero JL, Tardío MM, Canteli JA, Marcos M, Miguélez MH, 2005. Dry drilling of alloy Ti-6Al-4V, Int. J. of Machine Tools and Manufacture, 45: 1246-1255.

Zeilmann RP, Weingaertner WL, 2007. Analysis of temperature during drilling of Ti6AI4V with minimal quantity of lubricant, J. of Material Processing Technology, 179: 124-127.

Li R, Albaert JS, Spiral point temperature and stress in high-throughput drilling of titanium, 2007. Int. J. of Machine Tools & Manufacture, 47: 2005-2017.

*Li R, Albaert JS, Tool temperature in titanium drilling, 2007. J. of Manufacturing Science and Engineering: Transactions of the ASME, 129: 740-749.

Sharif S, Rahim EA, 2007. Performance of coated and uncoated carbide tools when drilling titanium alloy-Ti-6Al4V, J. of Materials Processing Technology, 185: 72-76.

Sharif S, Rahim EA, 2008. Performance evaluation of uncoated carbide tool in high speed drilling of Ti6Al4V, J. of Advanced Mechanical Design, Systems, and Manufacturing, 4: 522-531.

Heinemann R, Hinduja S, Barrow G, Petuelli G, 2006. Effect of MQL on the tool life of small twist drills in deep-hole drilling, Int. J. of Machine Tools and Manufacture, 46: 1-6.

Ezugwu EO, Da Silva RB, Bonney J, Machado AR, 2005. Evaluation of the performance of CBN tools when turning Ti–6Al–4V alloy with high pressure coolant supplies, Int. J. of Machine Tools and Manufacture, 45: 1009-1114.

Ünal E, Karaca F, 2007. Ti–6Al–4V alaşımının dik işlem merkezli CNC tezgahında işlenebilirliğinin araştırılması, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 135-139.

Taga Ö, Kiral Z, Yaman K, 2016. Determination of Cutting Parameters in End Milling Operation based on the Optical Surface Roughness Measurement, Int. J. Precis. Eng., 17(5): 579-589.

Hashmi K, Graham ID, Mill B, 2000. Fuzzy logic based data selection for the drilling process, J. of Materials Processing Technology, 108:55-62.

Perçin M, Aslantaş K, Ucun İ, 2014. Mikro-mekanik delik delme işlemi ve Ti-6Al-4V için deneysel bir çalışma, 5. Ulusal Talaşlı İmalat Sempozyumu (UTİS 2014), Bursa, Türkiye.

Işık B, Kentli A, 2014. The prediction of surface temperature in the drilling of Ti6AI4V, Archives of Metallurgy and Materials, 59(2): 467-471.

Yesilkaya KK, Yaman K, 2019. Heat partition effect on cutting tool morphology in orthogonal metal cutting using finite element method, Mechanika, 25(4): 326-334.

Sushinder K, Shivaram PR, Nivedh KSB, Nisarg G, Vijay SKS, 2015. Investigation of thrust forces, torque and chip microstructure during drilling of Ti-6Al-4V titanium alloy, Applied Mechanics and Materials, 787:431-436.

Makine Takım Endüstrisi, 2013. MTE 2013 fiyat listesi, Makine Takım Endüstrisi, Kocaeli, 14-29.

Nachi, SG-ESS ve AG-ES matkap kataloğu, Nachi, İstanbul, 1-7 (2012).

Kennametal, Yüksek performans karbür takım kataloğu, Kennametal, Germany, 101-103 (2012).

➢ *ORAL PRESENTATION*

Flor İçermeyen Ürünler ile Florokarbon Bazlı Ürünlerin Kumaşlara Kazandırdığı Su ve Yağ İticilik Performanslarının Karşılaştırılması

Nuray Katip* (0000-0002-5193-2583), Burcu Büyükkoru[2] (0000-0002-3399-9899),

Sözal Kimya Sanayi ve Ticaret Anonim Şti., Bursa, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: nuray.katip@sozal.com.tr

Özet

Florokarbonlar, kumaşa su, yağ ve kir iticilik özellikleri kazandırmak için yaygın olarak kullanılan bileşiklerdir. Florokarbon bileşikleri, kumaşların hava ile arasındaki yüzey enerjisini düşürür ve sıvı ile kumaş arasındaki yüzey gerilimini arttırır. Bu sayede kumaşlara iyi bir su iticilik özelliği kazandırılır. Florokarbon kimyasının dezavantajı, perflorooktanoik asit (PFOA) ve perflorooktan sülfonat (PFOS), flortelomer alkolü (FTOH) gibi dayanıklı, biyolojik olarak birikebilen ve toksik özellikleri olan bu kimyasalların yaşam alanlarımıza yayılmasına neden olmasıdır. Konvansiyonel yöntemlerde yaygın olarak kullanılan florlu bileşiklerin insan ve çevre açısından yarattığı tehditler, zorunlu olarak bu alanda alternatif kimyasallar kullanılmasını beraberinde getirmiştir. Bu kapsamda çevre örgütleri ve global markalarda C6 florokarbonların yan ürünleri ve içinde bulunabilecek safsızlıkların oluşturduğu tehlikeler yüzünden tekstil yardımcı kimyasallara üreten firmalara son dönemde ciddi baskı yapmaktadır. Günümüzde oldukça önemli hale gelen bu konu üzerinde çalışılmış ve bu bildiride geleneksel florokarbon bazlı su iticilerin ve flor içermeyen ürünlerin su ve yağ iticilik performanslarının karşılaştırma sonuçları hakkında bilgi verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Florokarbon, Su ve Yağ İticilik, Flor İçermeyen Ürünler

Comparison of Water and Oil Repellent Performances of Fluorine-Free Products and Fluorocarbon-Based Products

Abstract

Fluorocarbons commonly used to impart water, oil and dirt repellency to fabric. Fluorocarbon compounds reduce the surface energy of the fabrics with the air and increase the surface tension between the liquid and the fabric. In this way, a good water repellency feature is given to the fabrics. The disadvantage of fluorocarbon chemistry is that these chemicals, which have durable, bioaccumulative and toxic properties, such as perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonate (PFOS), fluorotelomer alcohol (FTOH) spread into our living spaces. The threats posed by fluorinated compounds, which are widely used in conventional methods, in terms of humans and the environment necessitated the use of alternative chemicals in this field. In this context, environmental organizations and global brands have recently put serious pressure on companies producing textile auxiliary chemicals due to the dangers posed by the by-products of C6 fluorocarbons and the impurities that may be present in them. This issue, which has become very important today, has been studied and in this paper, information will be given about the comparison results of water and oil repellent performances of traditional fluorocarbon-based water repellents and products that do not contain fluorine.

Keywords: Fluorocarbon, Water and Oil Repellent, Fluorine Free Products

GİRİŞ

Florokarbonlar ilk olarak 1960'lı yıllarda kullanılmaya başlanmış ve mükemmel yüzey özelliklerinden dolayı tekstilde su, yağ ve kir itici apre olarak kullanılan standart bir ürün grubu haline gelmiştir. Florokarbonların su itici özellikleri polimerin zincir uzunluklarına bağlı olarak değişmektedir. Florokarbonların kumaşa su iticilik kazandırma prensibi genellikle kimyasal yapılarında bulunan akrilat polimerlerine dayanmaktadır. Florokarbonlar kumaşa bu akrilat polimerleri aracılığı ile bağlanır ve yapısında bulunan komonomerlere göre özellikleri ve performansları farklılaşmaktadır (Uğur ve Karaboyacı, 2010).

Florokarbonlar kumaşa farklı yöntemler ile (emdirme, spreyleme gibi) uygulanabilmektedir. Kumaşa uygulandıktan sonra fikse sırasında florokarbonlar birleşerek polimer filmi oluşturur ve bu filmde poliakrilatların perflorlanmış kısımları üst yüzeye doğru yönelerek, su iticilik özellik kazandırmaktadır

Florokarbon bazlı su iticiler, sıklıkla spor dış giyim, işçi kıyafeti veya ciddi sert hava koşullarına karşı ilgili giysileri korumak için teknik tekstil endüstrisinde kullanılmaktadır. En yaygın ve verimli su itici maddeleri arasında, C6 ve C8 teknolojileri gibi florokarbon yapıları bulunmaktadır (Smet ve ark., 2015).

Florokarbon kimyasının dezavantajı, perflorooktanoik asit (PFOA) ve perflorooktan sülfonat (PFOS), flortelomer alkolü (FTOH) gibi dayanıklı, biyolojik olarak birikebilen ve toksik özellikleri olan maddelerin yaşam alanlarımıza yayılmasına neden olmasıdır. Bu perflorlu sürfaktanlar (PFS), florokarbon üretiminden kaynaklı yan ürünler veya reaksiyona girmemiş hammaddelerden ortaya çıkar. Bu zararlı maddelerin yayılımını azaltmak amacıyla endüstrinin ilk verdiği tepki C8 kimyasından C6 kimyasına geçmek olmuştur. C6 florokarbonların zincirleri daha kısa olduğu için bahsedilen yan ürünlerin ortaya çıkma oranı çok daha düşüktür. Ancak, çevre örgütleri ve global markaların son zamanlarda oluşturduğu baskı ve C6 florokarbonların yan ürünleri ve içinde bulunabilecek safsızlıkların oluşturduğu tehlikeler yüzünden sektör alternatif özel polimerlere yönelmiştir (Holmquist ve ark.,2016).

Florokarbon bitim aprelerinin performansına daha yakın çevre dostu ve sürdürülebilir ürünlerin geliştirilmesi amacıyla yaptığımız çalışmada, ticari olarak satışı yapılan C6 ve C8 florokarbon emülsiyonları ile flor içermeyen özel bir polimerden geliştirilen ürünün farklı tipteki kumaşlara uygulaması yapılarak su ve yağ iticilik performansı incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Çalışmada % 100 Polyester, % 40 Polyester / % 60 Pamuk, % 100 Pamuk, % 100 Naylon olmak üzere dört farklı kumaş tipi kullanılmıştır. Aplikasyon çözeltisi olarak C8 ve C6 florokarbon emülsiyonları ile flor içermeyen özel polimer ürünü ile hazırlanmıştır. Kumaşlara yapılan apre uygulamalarında standart yöntemlerden biri olarak kullanılan fular yöntemi literatürde belirtildiği gibi yapılmıştır (Büyükkoru ve Kara, 2021) (Büyükkoru ve Kara, 2022). Tekstil kumaşlarına 40 g/l olarak hazırlanan aplikasyon çözeltilerinin pH 5.0'te kumaş üzerine uygulaması yapılmıştır. 130°C' de 1 dakika kurutmanın ardından, 170°C' de 1 dakika fiksasyon yapılmıştır. Çalışmada elde edilen kumaş numuneleri test işlemlerinin daha kolay değerlendirebilmesi amacıyla Tablo 1'deki gibi kodlanmıştır.

Tablo 1. Kumaş kodları

Kumaş Özellikleri	İşlem Şartları	Kumaş Kodu
%100 Polyester	170°C - 1 dk (Yıkama Öncesi)	A1
	170°C - 1 dk (5 Yıkama Sonrası)	A2
%40 Polyester / %60 Pamuk	170°C - 1 dk (Yıkama Öncesi)	B1
	170°C - 1 dk (5 Yıkama Sonrası)	B2
%100 Pamuk	170°C - 1 dk (Yıkama Öncesi)	C1
	170°C - 1 dk (5 Yıkama Sonrası)	C2
%100 Naylon	170°C - 1 dk (Yıkama Öncesi)	D1
	170°C - 1 dk (5 Yıkama Sonrası)	D2

Florokarbon ve flor içermeyen özel polimer ile uygulaması yapılan her bir kumaş üzerinde su ve yağ iticilik özellikleri AATCC 22 Su iticilik AATCC 118 Yağ iticilik standartlarına göre değerlendirme yapılarak sonuçlar verilmiştir. Su ve yağ iticilik testi derecelendirme işleminde 1-5 arasında verilen değer ne kadar büyük ise iticilik etkisi o kadar iyi olmaktadır.

Kumaşların ard yıkama işlemleri Gyrowash (Laboratuvar tipi yıkama cihazı) cihazında gerçekleştirilmiştir. Kumaşlar 40 °C'de 30 dk.'lık 5 ard yıkama işleminden geçirilerek su ve yağ iticilik testleri tekrar edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Florokarbon ve flor içermeyen özel polimer ile hazırlanan çözeltiler apre işlemi ve 5 yıkama sonrası kumaşların su ve yağ iticilik testleri AATCC 22 Su İticilik, AATCC 118 Yağ İticilik standartlarına göre yapılmıştır. Uygulamada özellikle flor içermeyen özel polimer uygulanan kumaşlardaki iticilik özelliklerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Test sonuçları dikkate alınarak kumaşlarda florokarbon içeren emülsiyonlarla yakın elde edilebilecek optimum iticilik özellikleri için formülasyonun belirlenmesi amaçlanmıştır. Florokarbon ve flor içermeyen özel polimer ile yapılan apre uygulamasından sonra kumaşların su ve yağ iticilik testleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Florokarbon ve flor içermeyen özel polimer uygulaması sonucu elde edilen kumaşların su ve yağ iticilik test sonuçları

Yıkama Öncesi			
Kimyasal Tipi	**Kumaş Kodu**	**Su İticilik**	**Yağ İticilik**
C_8	A1	5	5-6
	B1	4	5-6
	C1	5	5-6
	D1	5	3-4
C_6	A1	4	<3
	B1	2-3	3-4
	C1	3	4-5
	D1	4	4-5
C_0	A1	3-4	<3
	B1	2-3	<3
	C1	3	<3
	D1	3-4	<3

Tablo 2'de verilen test sonuçları incelendiğinde genel olarak tüm kumaş tiplerinde C8 florokarbonun su ve yağ iticilik özelliklerinin daha iyi olduğu görülmektedir. En iyi su ve yağ iticilik etkileri % 100 polyester kumaşta C8 florokarbon ile elde edilmiştir. Ancak C6 florokarbon ve flor içermeyen C0 ile 170 °C'de yapılan uygulamalar sonucunda özellikle %100 pamuk kumaşta su iticilik etkisinde yakın sonuçlar olduğu tespit edilmiştir.

Florokarbon ve flor içermeyen özel polimer ile apre uygulaması yapılan kumaşlara 5 yıkama işleminden sonra su ve yağ iticilik testleri yapılmış ve sonuçlar Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. Florokarbon ve flor içermeyen özel polimer uygulaması sonucu elde edilen kumaşların 5 yıkama sonrasında su ve yağ iticilik test sonuçları

5 Yıkama Sonrası			
Kimyasal Tipi	**Kumaş Kodu**	**Su İticilik**	**Yağ İticilik**
C_8	A2	4	3-4
	B2	2-3	3
	C2	3-4	3
	D2	4	<3
C_6	A2	3	<3
	B2	2	<3
	C2	2	<3
	D2	2-3	<3
C_0	A2	2-3	<3
	B2	1-2	<3
	C2	2	<3
	D2	2-3	<3

Genel olarak Tablo 3' te verilen sonuçlar incelendiğinde, gerçekleştirilen 5 yıkama işleminden sonra kumaşların su ve yağ iticilik özelliklerinde bir miktar azalma olduğu görülmektedir. Ayrıca C8 florokarbonu ile yapılan su ve yağ iticilik muamelesinin kalıcılığının daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

SONUÇ

Çalışmada %100 Polyester, %40 Polyester / %60 Pamuk, %100 Pamuk, %100 Naylon olmak üzere dört farklı kumaşa C6 ve C8 florokarbon emülsiyonları ve flor içermeyen özel polimer ile apre uygulaması yapılarak su ve yağ iticilik performanslarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. 170°C' de yapılan aplikasyonda yıkama öncesi ve 5 ard yıkama sonrasında çalışılan tüm kumaş tiplerinde en iyi su ve yağ iticilik performansı C8 florokarbonu ile olduğu görülmüştür.

Bilindiği üzere birebir C8 florokarbonların özelliklerine sahip olmak mümkün değildir fakat çalışma sonucunda elde edilen çıktılarda C6 florokarbon ve flor içermeyen polimerin su iticilik etkisinde yakın sonuçlar olduğu tespit edilmiştir. Bu florokarbon içermeyen polimer ile kumaşlara özellikle su iticilik performanslarının iyileştirmede etkili olduğu görülmüştür. Böylece çevre örgütleri ve global markaların taleplerine uygun çevre dostu ve sürdürülebilir alternatif bir ürün kazandırılmıştır.

TEŞEKKÜR

Uygulama kapsamında laboratuvar imkanlarından yararlanılan ve kimyasalların temininde çalışmaya katkı sağlayan Sözal Kimya Sanayi ve Ticaret Anonim Şti., ve deneyler sırasında desteklerini esirgemeyen Sözal Kimya Ar-Ge Merkezi ve Ür-Ge Laboratuvarı çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunuyorum.

KAYNAKLAR

Büyükkoru, B., & Kara, A. (2021). Synthesis and Characterization of Polyvinylimidazole and Investigation of its Antipilling Effect on Different Fabrics. *Tekstil ve Konfeksiyon*, *31*(4), 274–283. https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.783791

Büyükkoru, B., & Kara, A. (2022). Investigation of the pilling properties of polyvinyl phosphonic acid treated fabrics. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, *37*(2), 697–709. https://doi.org/10.17341/gazimmfd.839317

Çoban, S., 1999, "Genel Tekstil Teknolojisi ve Bitim İşlemleri", E.Ü. Tekstil ve Konfeksiyon Arastırma Uygulama Merkezi Yayını, 153-166, İzmir.

De.Smet, D., Weydts, D., & Vanneste, M. (2015). Environmentally friendly fabric finishes. In *Sustainable Apparel: Production, Processing and Recycling* (pp. 3–33). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-339-3.00001-7

Grottenmüller, R., 1999, 'Tekstil Yüzeylerinin Terbiyesi İçin Yenilikçi Bir Yardımcı Madde- Florkarbonlar", Melliand, Vol. 1, 50-53.

Hendy, A. M., Bakr, D., & Kamal Bakr, D. (2020). Indoor Air Quality Between Textiles' Treatment And Human Health Article in. *International Journal of Scientific & Technology Research*. www.ijstr.org

Holmquist, H., Schellenberger, S., van der Veen, I., Peters, G. M., Leonards, P. E. G., & Cousins, I. T. (2016). Properties, performance and associated hazards of state-of-the-art durable water repellent (DWR) chemistry for textile finishing. In *Environment International* (Vol. 91, pp. 251–264). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.035

Islam, M. T., & Asaduzzaman, S. (2019). Environmentally Friendly Textile Finishing. In *Textiles and Clothing* (pp. 101–129). https://doi.org/https://doi.org/10.1002/9781119526599.ch6

Kurwadkar, S., Dane, J., Kanel, S. R., Nadagouda, M. N., Cawdrey, R. W., Ambade, B., Struckhoff, G. C., & Wilkin, R. (2022). Per- and polyfluoroalkyl substances in water and wastewater: A critical review of their

global occurrence and distribution. In *Science of the Total Environment* (Vol. 809). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151003

Mumtaz, M., Bao, Y., Li, W., Kong, L., Huang, J., & Yu, G. (2019). Screening of textile finishing agents available on the Chinese market: An important source of per- and polyfluoroalkyl substances to the environment. *Frontiers of Environmental Science and Engineering*, *13*(5). https://doi.org/10.1007/s11783-019-1145-0

Uğur, S. S., Karaboyaca, M.," Florokarbonların Akrilik, Yün ve Naylon Liflerine Düşük Sıcaklıklarda Uygulanabilirliği" Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi 2010, 4(1) 59-64

Whittaker, M. H., & Heine, L. (2018). Toxicological and environmental issues associated with waterproofing and water repellent formulations. In *Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing* (pp. 89–120). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101212-3.00004-6

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Photoelectrochemical properties of electrochemically produced p-type chromium(III) oxide nanostructures

Emir Çepni[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8738-1157*), Tuba Öznülüer Özer[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5148-2984*)

[*1]Atatürk University, Faculty of Engineering, Department of Electronics and Electrical Engineering, Erzurum, Turkey.
[2]Atatürk University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Erzurum, Turkey.

*Corresponding author e-mail: emircepni@atauni.edu.tr

Abstract
In order to meet the increasing energy need due to rapidly developing technology, the search for alternative energy sources has increased the interest to solar cells in recent years. This study presents the photoelectrochemical properties of electrochemically produced p-type chromium(III) oxide nanostructures. X-ray powder diffraction spectroscopy, scanning electron microscopy and photocurrent density measurements were used for the structural, morphological and photoelectrochemical characterization of the synthesized electrodes. As a result of the measurements, it has been determined that the characterized electrodes has a potential to be used as photocathode in photovoltaic cells.
Keywords: Energy, Photovoltaic, Chromium(III) oxide, Photocathode

INTRODUCTION

Increasing need for energy around the world, decrease in fossil fuel reserves that meet this need, and problems such as global warming necessitate the searches for renewable, cheap and clean energy resources. Among the continuously existing renewable energy sources such as hydroelectricity and wind power, sunlight stands out as a reliable, accessible, clean and inexhaustible energy source. Converting solar energy to electrical energy by using photovoltaic cells is seen as the most appropriate method in solving future energy crisis as a solution to the increasing energy need (Kamat, 2007).

Chromium(III) oxide (Cr_2O_3), a p-type semiconductor, has been extensively researched in the field of photovoltaics in recent years, with its advanced electrical properties and large specific surface area. Cr_2O_3 is the most stable of all the oxygen-containing compounds of chromium which means stable over a wide range of pressure and temperature changes (Ouyang et al., 2001). Cr_20_3 has been investigated in different fields such as gas sensors (Hao et al., 2006), lithium batteries (Şahan et al., 2010) and solar energy application (Khamlich et al., 2013). With these properties, p-type Cr_2O_3 can be a strong competitor to used photocathodes in various photovoltaic cells.

In this study, we aimed to synthesize p-type Cr_2O_3 nanostructures with an effective surface morphology on fluorine doped tin oxide (FTO) coated surface in a one-pot electrochemically stage. Among the methods used in the synthesis of metal oxide semiconductors, electrochemical methods have various advantages such as simplicity, economical and eco-friendly. Especially allowing the formation of material directly on the substrate surface makes this method practical. In addition, heavy chemicals and high temperature/pressure environment are not needed; this reduces the cost in terms of commercialization.

MATERIALS AND METHODS

Before electrochemical deposition, the FTO coated glass electrodes were cleaned using an ultrasonic bath in ethanol with 99.8% purity and deionized water (i.e., >18 MΩ) for 15 min, respectively, and dried under an Argon (Ar) atmosphere. An oxygenated 10 mL solution containing 25 mM $CrCI_3$ and 50mM NH_4CI was used for electrochemical co-reduction Cr^{+3}. Electrodeposition of the Cr_2O_3 was ensured by applying a constant potential of -1.45 V (vs. Ag/AgCl) to the FTO working electrodes at a stirring speed of 1000 rpm which led to form $CrOOH.xH_2O$ film on the electrode surface. The electrochemical deposition processes lasted for 45 minutes and

deposited electrodes were then rinsed with deionized water and dried with Ar gas. After all, the as-prepared electrodes were treated by thermal annealing at 400°C for 1 hours for the formation of Cr_2O_3 nanostructures. The experimental procedure is shown in Figure 1.

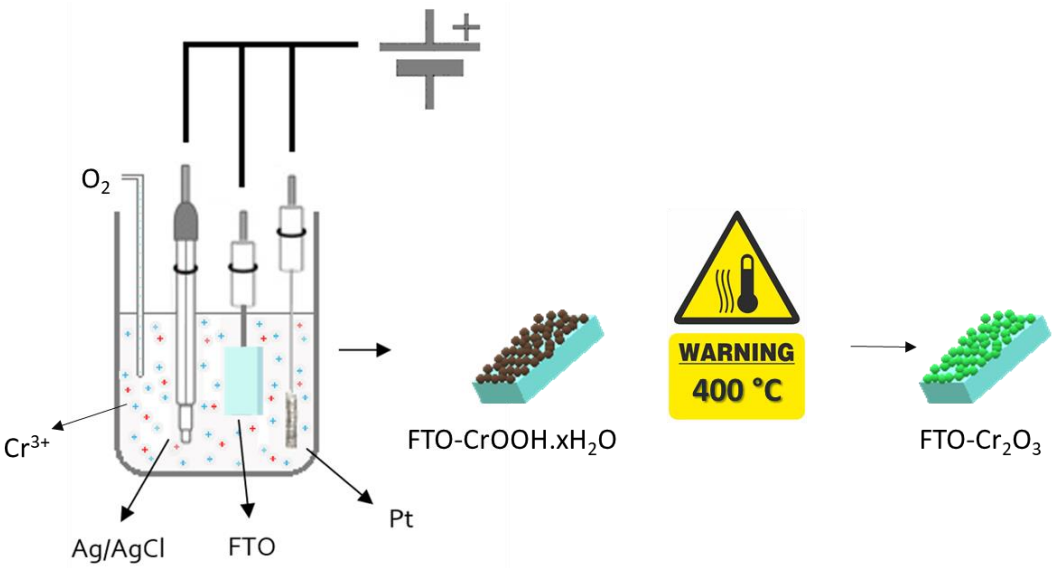


Figure 1. Schematic illustration of the experimental procedure.

RESULTS and DISCUSSION

X-ray powder diffraction spectroscopy (XRD), scanning electron microscopy (SEM) and photocurrent density measurements were used for the structural, morphological and photoelectrochemical characterization of the synthesized FTO-Cr_2O_3 electrodes. The high-resolution SEM images recorded via FEI quanta scanning electron microscope represent the formation of nanostructures covering the FTO electrode surface homogeneously (Figure 2).

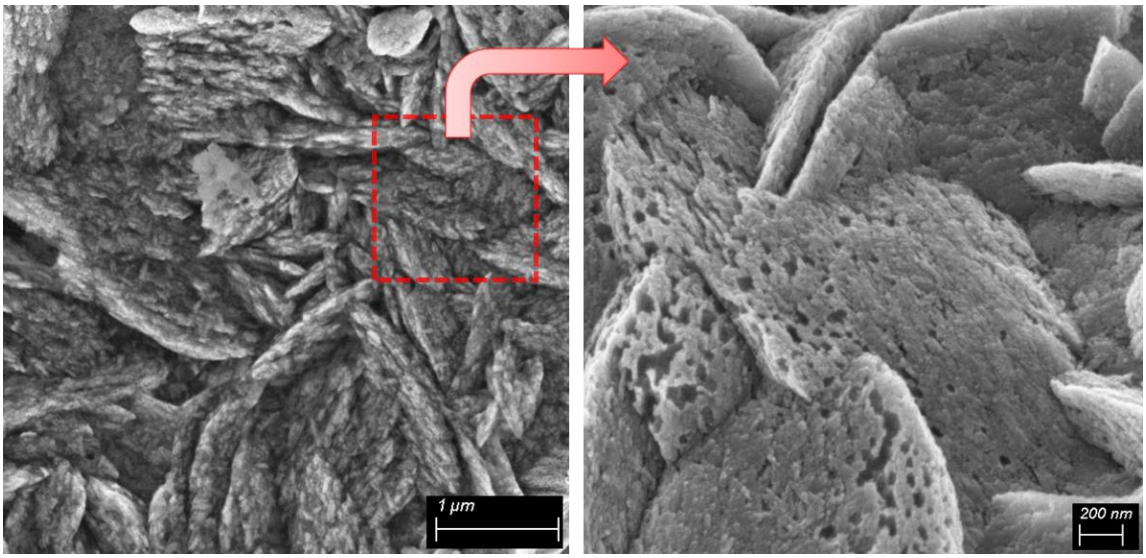


Figure 2. The high-resolution SEM images of FTO-Cr_2O_3 electrodes.

Rigaku Miniflex X-ray diffractometer (Cu-Kα (λ=15.405 Å) was used to investigate the crystal structure of FTO-Cr_2O_3 electrodes. The observed peaks in diffractogram (Figure 3) clearly prove the existence of Cr_2O_3 nanostructures.

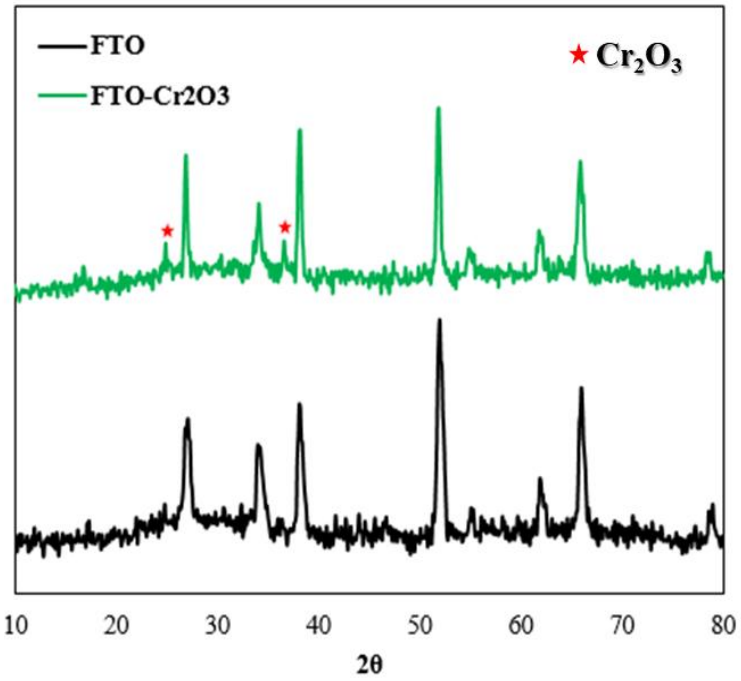


Figure 3. XRD patterns of FTO-Cr_2O_3 electrodes.

The photoresponse of FTO-Cr_2O_3 electrode was saved under 100mW.cm^{-2} solar radiation in 0.1M Na_2SO_4 solution (Figure 4). Approximately 13.1 µA.cm^{-2} photocurrent density was observed with p-type behaviour in the measurement.

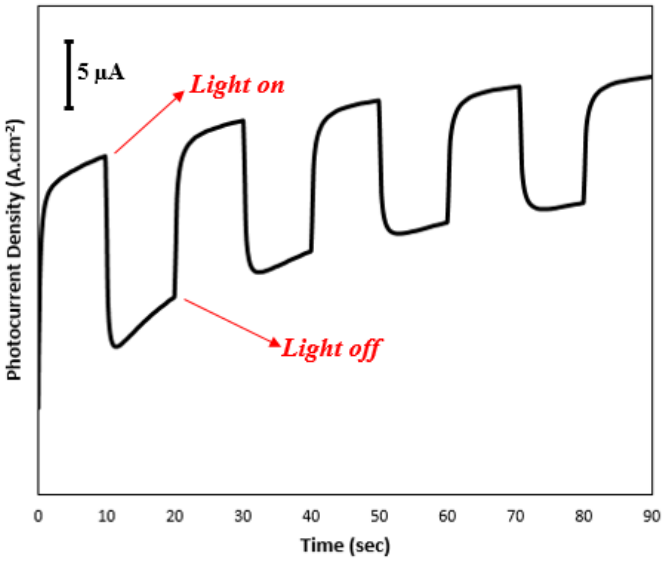


Figure 4. The photoresponse of FTO-Cr_2O_3 electrode under 100mW.cm^{-2} solar radiation in 0.1 M Na_2SO_4 solution.

CONCLUSION

Herein, FTO-Cr_2O_3 electrodes were synthesized using electrochemical method. As-synthesized electrodes were explored with XRD and SEM spectroscopic techniques for structural and morphological characterization which supported material formation, successfully. The photoresponse of FTO-Cr_2O_3 electrode was measured under 100mW.cm^{-2} solar radiation. The results show that FTO-Cr_2O_3 electrode has an approximately 13.1 µA.cm^{-2}

photocurrent density with p-type behaviour. Consequently, this study summarizes that p-type Cr_2O_3 can be a strong competitor to used photocathodes in various photovoltaic cells.

ACKNOWLEDGEMENTS

Emir Çepni thanks to TUBITAK for the National Scholarship Program (BİDEB 2211-C) for PhD Students.

REFERENCES

Hao R, Yuan J, Peng Q. Fabrication and sensing behavior of Cr2O3 nanofibers via in situ gelation and electrospinning. Chem. Lett. 2006;35(11).

Kamat, P. V. (2007). Meeting the clean energy demand: Nanostructure architectures for solar energy conversion. Journal of Physical Chemistry C, 111(7).

Khamlich S, McCrindle R, Nuru ZY, Cingo N, Maaza M. Annealing effect on the structural and optical properties of Cr/α-Cr 2 O 3 monodispersed particles based solar absorbers. Appl. Surf. Sci. 2013;265.

Ouyang JH, Sasaki S. Effects of different additives on microstructure and high-temperature tribological properties of plasma-sprayed Cr2O3 ceramic coatings. Wear 2001;249(1–2).

Şahan H, Göktepe H, Patat Ş, Ülgen A. Effect of the Cr2O3 coating on electrochemical properties of spinel LiMn2O4 as a cathode material for lithium battery applications. Solid State Ionics 2010;181(31–32).

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Production of lead(II) sulfide and bismuth(III) sulfide quantum dot decorated titanium dioxide/electrochemically reduced graphene oxide fotoanodes for quantum dot sensitized solar cells

Emir Çepni[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8738-1157*), Ümit Demir[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3123-8594*)

[*1]Atatürk University, Faculty of Engineering, Department of Electronics and Electrical Engineering, Erzurum, Turkey.
[2]Gebze Technical University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Kocaeli, Turkey.

*Corresponding author e-mail: emircepni@atauni.edu.tr

Abstract
The increasing energy demand around the world, the decrease in fossil fuel reserves that meet this need, and problems such as global warming push researchers to search for renewable, cheap and clean energy sources. In this study, the electrochemical synthesis of titanium dioxide/electrochemically reduced graphene oxide photoanodes decorated with lead(II) sulfide and bismuth(III) sulfide quantum dots separately for quantum dot sensitive solar cells was presented. X-ray photoelectron spectroscopy, X-ray powder diffraction spectroscopy, scanning electron microscopy methods and photocurrent density-time, photocurrent density-voltage measurements were used for the structural, morphological and photoelectrochemical characterization of the synthesized photoanodes. Within the scope of the measurements, it has been determined that the designed quantum dot sensitized solar cells have promising filling factors and conversion efficiencies.
Keywords: Electrochemical synthesis, Lead(II) sulfide, Bismuth(III) sulfide, Quantum dot sensitized solar cells

INTRODUCTION

Sun provides to the planet 10,000 times more energy than global need. In the literature, it has been reported that if 0.1% of the earth's surface is covered with photovoltaic solar cells with 10% energy conversion efficiency, all the energy needed by the world population can be supplied from the sun (Gratzel, 2001). In recent years, research on quantum dot sensitized solar cells (QDSSC) has attracted a great deal of attention. Most important reasons for the increase in conversion efficiency by usage of quantum dots (QD) are: first of all, when compound semiconductors are synthesized at the nanoscale, their absorption spectra and forbidden energy band gap values can be changed due to quantum limitation (Anikeeva et al., 2009). Hence, unlike solar cells using semiconductor material with a single energy band gap, solar cells using different sizes and types of QDs synthesized by nanosize control have the capacity to harvest the entire spectrum (UV-visible and infrared) of solar rays (Beard et al., 2014).

The most important factors affecting the conversion efficiency of QDSSCs are the semiconductor metal oxide used as photoanode and its morphological structure. Photoanode must have both a wide band gap and be stable in the electrolyte used. In the literature, the most used and suitable metal oxide as semiconductor with wide band gap is pore structured nano-crystalline TiO_2 which has various different structures and morphologies such as nanoparticle, nanoplate, nanotube and nanowire, has been synthesized using different methods (Ye et al., 2011). Among the methods used in the synthesis of metal oxide semiconductors, electrochemical methods have various advantages such as simplicity, economical and eco-friendly. In this methods, the shape, morphology and dimensions of the nanostructures to be synthesized can be easily controlled by optimizing the electrochemical parameters such as deposition potential and time, current density and electrolyte components. Another advantage of electrochemical methods is that since metal oxides will be formed directly on the substrate, interfacial defects can be minimized.

Herein, we present a one-pot electrochemically stage to synthesize 3-dimensional sequential TiO_2 with a wide band gap and effective surface morphology with electrochemical reduced graphene oxide (ERGO) directly on fluorine doped tin oxide (FTO) coated surface. ERGO can be used as a basic platform for enhanced electron transfer from the electrode surface to redox active compounds. There is very limited study in the literature on both

ERGO and the formation of TiO_2 nanostructures with a single-step potentiostatic electrochemical process from the same environment. The surface of the as-prepared FTO-ERGO/TiO_2 nanocomposites were decorated with lead(II) sulfide (PbS) and bismuth(III) sulfide (Bi_2S_3) QDs separately by using successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method. QDSSCs were fabricated by using FTO-ERGO/TiO_2/PbS and FTO-ERGO/TiO_2/Bi_2S_3 electrodes as photoanode, FTO-Cu_2S as the counter electrode and polysulfide solution as redox electrolyte. The photovoltaic properties of QDSSCs were characterized by measuring the photocurrent–voltage (J–V) behavior under AM 1.5 irradiation (100 mW.cm^{-2}). Using this J-V curves, parameters such as maximum power point (MMP), filling factor (ff) and total conversion efficiency (η) related to the quality and conversion efficiency of the QDSSCs are calculated.

MATERIALS AND METHODS

Before electrochemical deposition, an area of 0.25 cm^2 was confined on the FTO coated glass electrode by shaping with a diamond scribe. The confined electrodes were cleaned using an ultrasonic bath in ethanol with 99.8% purity and deionized water (i.e., >18 MΩ) for 15 min, respectively, and dried under an Argon (Ar) atmosphere. Solution mixture containing 5 mL of GO (0.1 mg/mL, dispersed in 0.5 M KNO_3) and 5 mL of $TiOSO_4$ (0.1 M, containing 0.5 M KNO_3 and 0.1 M H_2O_2) used for electrochemical co-reduction of GO and Ti^{+4}. Electrodeposition of the nanocomposite was ensured by applying a constant potential of -1.4 V to the FTO working electrodes at a stirring speed of 1000 rpm which led to form ERGO/$TiO(OH)_2.xH_2O$ film on the confined electrode surface. The electrochemical deposition processes lasted for 60 minutes and deposited electrodes were then rinsed with deionized water and dried with Ar gas. After all, the as-prepared electrodes were treated by thermal annealing at 600°C for 4 hours for the formation of ERGO/TiO_2 nanocomposites.

The electrochemically synthesized ERGO/TiO_2 nanocomposites were decorated with PbS and Bi_2S_3 separately QDs by SILAR method. For the synthesis of FTO-ERGO/TiO_2/PbS photoanode, 0.025 M $Pb(NO_3)_2$ and 0.05 M Na_2S were dissolved separately into deionized water as cationic precursor and anionic precursor, respectively. The FTO-ERGO/TiO_2 electrode was firstly dipped into $Pb(NO_3)_2$ solution for 20 seconds then rinsed with deionized water for 10 second, followed by immersing into Na_2S solution for 20 seconds then again rinsed with deionized water for 10 second. For the synthesis of FTO-ERGO/TiO_2/Bi_2S_3 photoanode, FTO-ERGO/TiO_2 electrode was firstly dipped into 5 mM $Bi(NO_3)_3$ solution for 5 seconds then rinsed with deionized water for 10 second, followed by immersing into Na_2S solution for seconds then again rinsed with deionized water for 10 second. FTO-ERGO/TiO_2/Bi_2S_3 photoanodes were obtained via 2 repeating SILAR cycle.

Cu_2S was coated onto confined FTO electrodes with an area of 0.25 cm^2 by a single-step cathodic electrodeposition. Same cleaning procedure used for the preparation of photoanodes was repeated before deposition. The as-prepared solutions of 50 mM $CuCl_2$ and 50 mM thiourea (both containing 0.1 M NaCl) mixed in the same ratio with the amount of 5 ml. A constant potential was applied for 15 min to obtain Cu_2S coating on the FTO surface. The rinsed with deionized water FTO-Cu_2S electrodes were dried with Ar gas and used for the fabrication of QDSSCs as counter electrodes.

A polysulfide solution containing dissolved 1 M Na_2S, 1 M S and 0.1 M KCl into ultra-deionized water was prepared to used as redox electrolyte for QDSSCs. A parafilm with a 5μm thickness was used as a spacer which enclose the deposited active area on the photoanodes for sealing. The prepared polysulfide solution was dropped sufficiently into this enclosed area. Following, the photoanodes and the FTO-Cu_2S counter electrodes were sandwiched by using two 19 mm binder clips as a presser for unifying.

RESULTS and DISCUSSION

Various spectroscopy techniques were used in the structural and morphological characterization of the FTO-ERGO/TiO_2/PbS and FTO-ERGO/TiO_2/Bi_2S_3 photoanodes. For the structural characterization of photoanodes, the surface composition was analyzed by X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) measurements. The observed peaks in XPS spectras (Figure 1a-f) clearly prove the existence of PbS and Bi_2S_3 QDs and ERGO/TiO_2 composite.

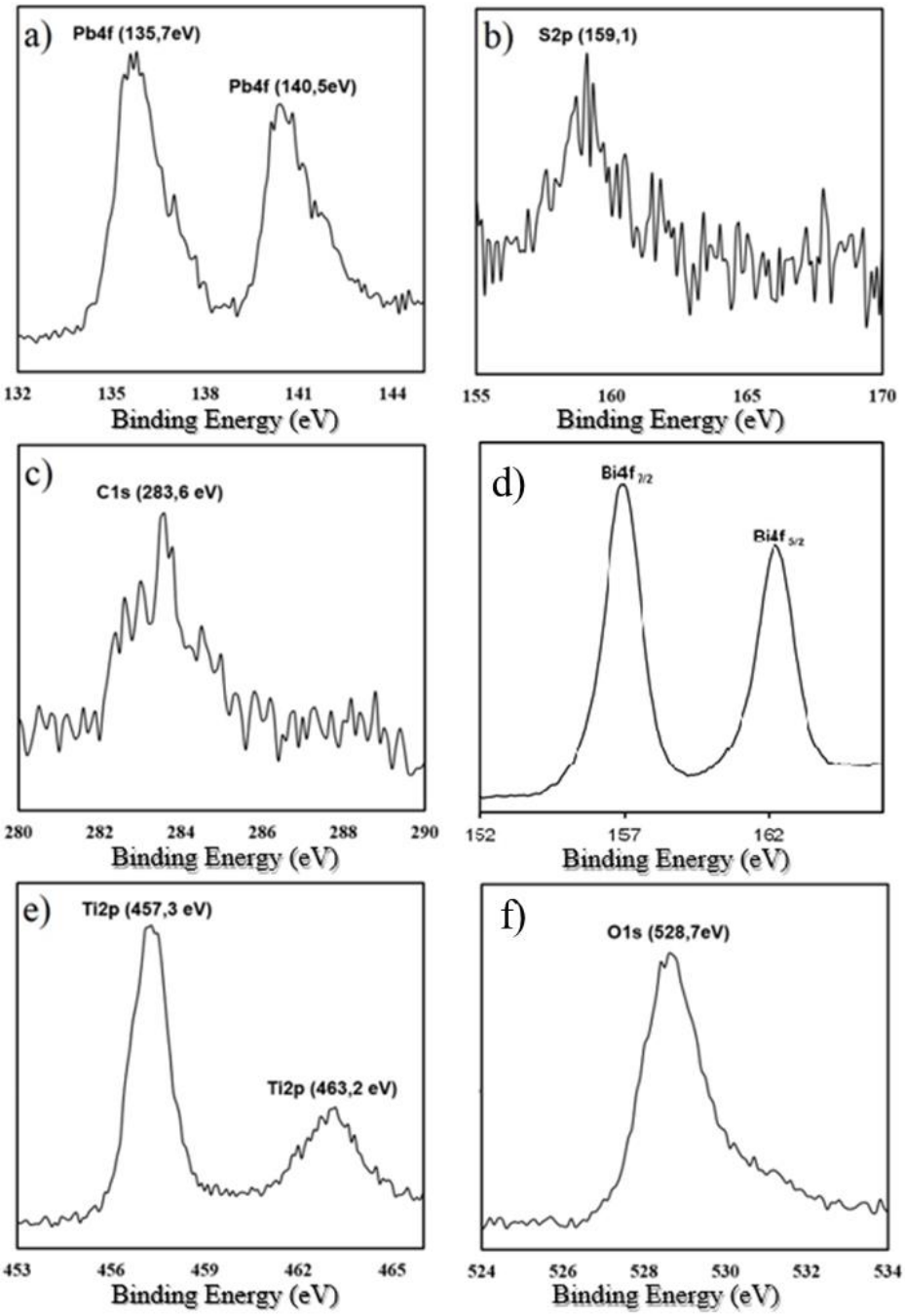


Figure 1. XPS spectras of FTO-ERGO/TiO_2/PbS and FTO-ERGO/TiO_2/Bi_2S_3 photoanodes.

The diffractograms obtained using the X-ray powder diffraction spectroscopy (XRD) technique to determine the crystal structure of the photoanodes is given in Figure 2.

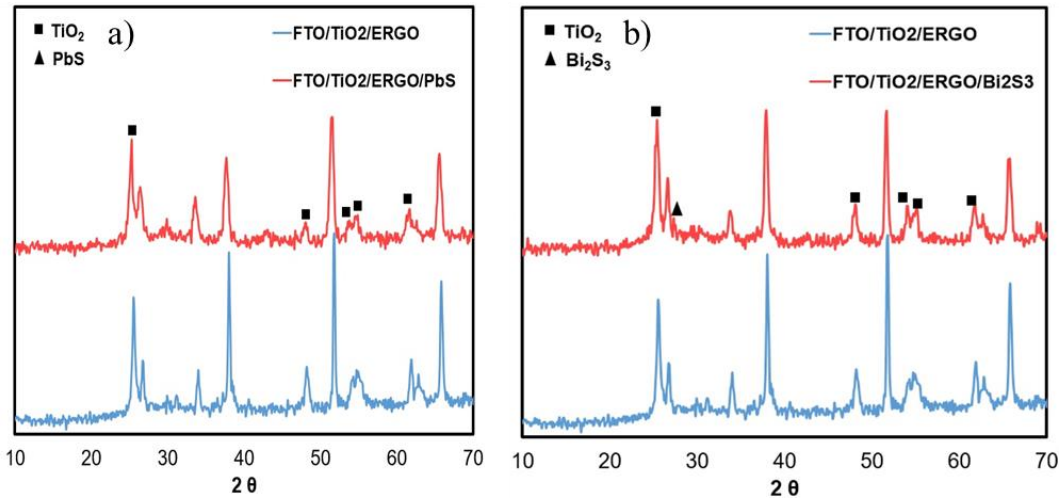


Figure 2. XRD patterns of (a) FTO-ERGO/TiO_2/PbS and (b) FTO-ERGO/TiO_2/Bi_2S_3 photoanodes.

Scanning electron microscopy (SEM) images taken to determine the surface morphology of FTO-ERGO/TiO_2/PbS and FTO-ERGO/TiO_2/Bi_2S_3 photoanodes are given in Figure 3 and Figure 4.

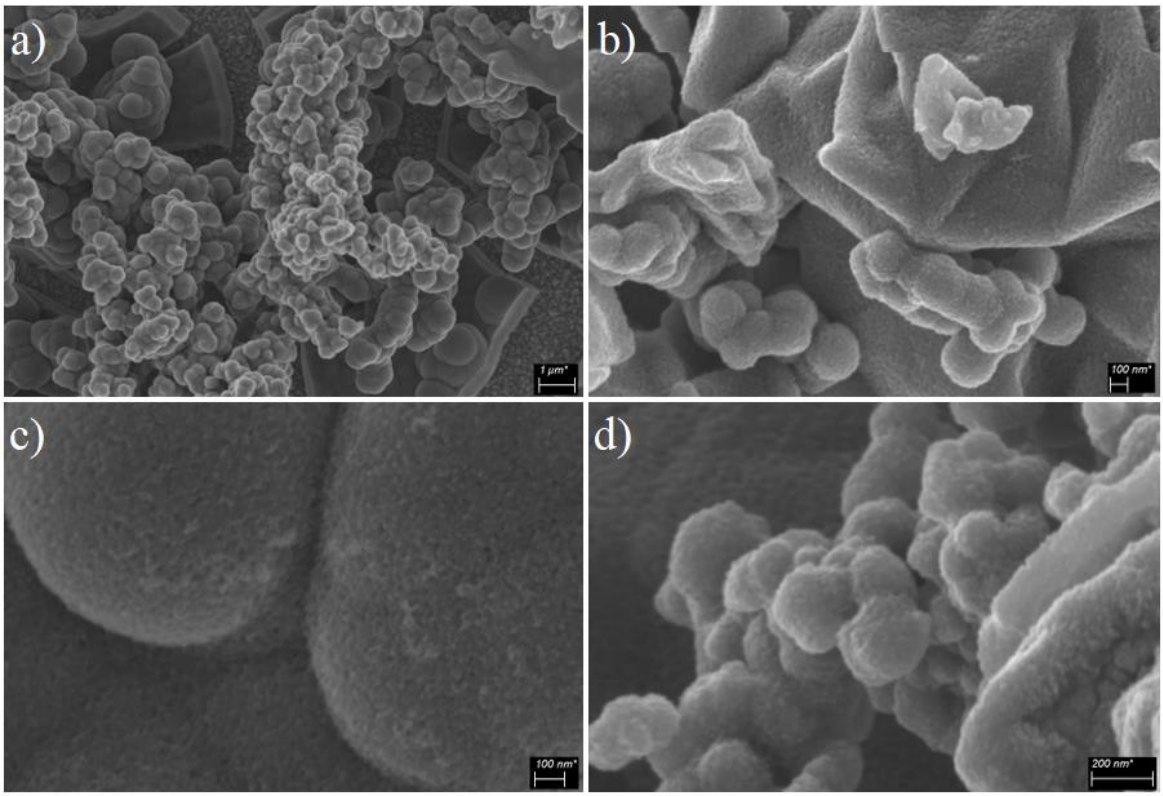


Figure 3. The high-resolution SEM images of FTO-ERGO/TiO_2/PbS photoanodes

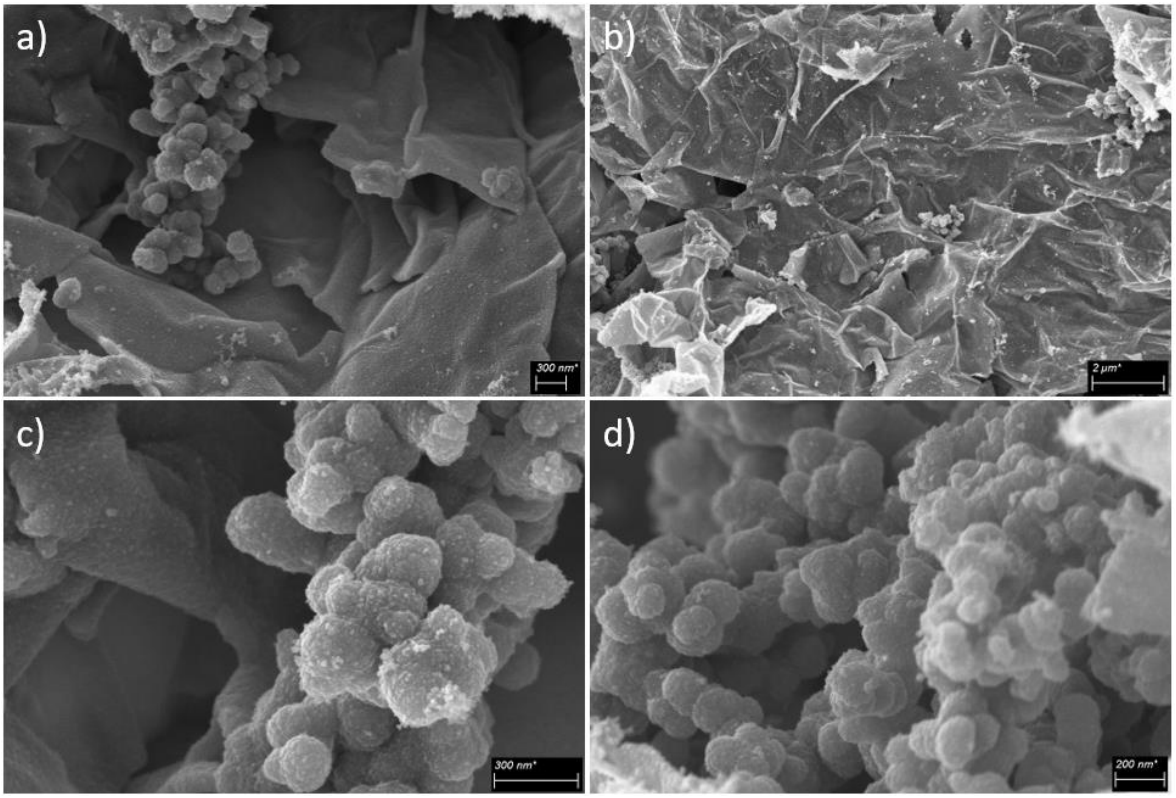


Figure 4. The high-resolution SEM images of FTO-ERGO/TiO_2/ Bi_2S_3 photoanodes

In order to determine the photoelectrochemical properties of the photoanodes, time dependent photocurrent density measurements were studied. Figure 5 shows the photocurrent density-time diagrams of FTO-ERGO/TiO_2/PbS and FTO-ERGO/TiO_2/Bi_2S_3 photoanodes under AM 1.5 irradiation (100 mW.cm^{-2}) in 0.5 M KOH electrolide. Approximately 0.11 and 0.035 mA.cm^{-2} photocurrent densities were observed in the measurements, respectively. The J-V curves of the designed QDSSCs measured under AM 1.5 radiation (100 mW.cm^{-2}) are given in Figure 6. As a result of J-V measurements, it was determined that the designed QDSSC with FTO-ERGO/TiO_2/PbS photoanodes has a filling factor of 0.402 and a conversion efficiency of 0.106%. Furthermore, the designed QDSSC with FTO-ERGO/TiO_2/Bi_2S_3 photoanodes has a filling factor of 0.313 and a conversion efficiency of 0.01%.

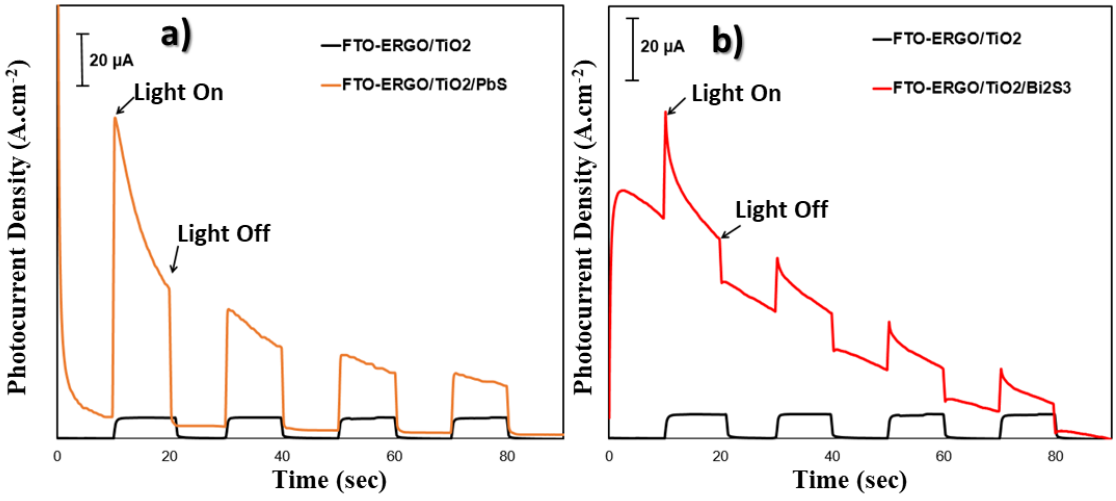


Figure 5. The photoresponses of (a) FTO-ERGO/TiO_2/PbS and (b) FTO-ERGO/TiO_2/Bi_2S_3 photoanodes under 100mW.cm^{-2} solar radiation in 0.5 M KOH solution.

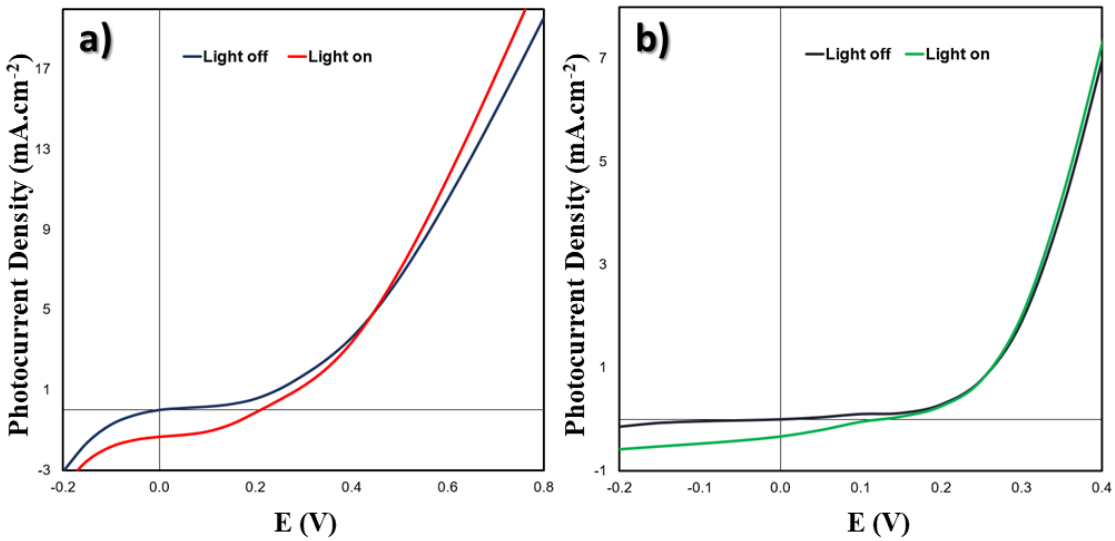


Figure 6. J-V curves of the designed QDSSC with (a) FTO-ERGO/TiO_2/PbS and (b) FTO-ERGO/TiO_2/Bi_2S_3 photoanodes.

CONCLUSION

In the presented study, ERGO/TiO_2 nanocomposites were synthesized by a one-pot electrochemical method and decorated with PbS and Bi_2S_3 QDs separately using SILAR technique. XPS, XRD and SEM techniques were used in the structural and morphological characterization of the obtained material and material formation was supported. Photoelectrochemical characterizations of FTO-ERGO/TiO_2/PbS and ERGO/TiO_2/Bi_2S_3 photoanodes were performed using photocurrent density and J-V measurements. Obtained results support that PbS and Bi_2S_3 QDs modified FTO-ERGO/TiO_2 photoanodes are promising candidates for solar cell applications due to their improved photovoltaic performance.

ACKNOWLEDGEMENTS

Part of this work was carried out with the financial support from the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK, Project Number: 315M421). Emir Çepni thanks to TUBITAK for the National Scholarship Program (BİDEB 2211-C) for PhD Students.

REFERENCES

Anikeeva, P. O., Halpert, J. E., Bawendi, M. G., & Bulović, V. (2009). Quantum dot light-emitting devices with electroluminescence tunable over the entire visible spectrum. Nano Letters, 9(7).

Beard, M. C., Luther, J. M., & Nozik, A. J. (2014). The promise and challenge of nanostructured solar cells. In Nature Nanotechnology (Vol. 9, Issue 12).

Grätzel, M. (2001). Photoelectrochemical cells. In Nature (Vol. 414, Issue 6861).

Ye, J., Liu, W., Cai, J., Chen, S., Zhao, X., Zhou, H., & Qi, L. (2011). Nanoporous anatase TiO2 mesocrystals: Additive-free synthesis, remarkable crystalline-phase stability, and improved lithium insertion behavior. Journal of the American Chemical Society, 133(4).

➢ *ORAL PRESENTATION*

Antibiyotiklerin bağırsak mikrobiyotası üzerine etkileri

Muhamed Baver Alpar[1*] (*ORCID:* 0000-0002-0303-6370), Feray Altan[1] (*ORCID:0000-0002-9017-763X)*

[1]Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji, Diyarbakır, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: mbaveralpar@gmail.com

Özet

Antibiyotikler veteriner hekimliği, tıp, tarım ve halk sağlığı alanlarında hastalıkların tedavisi ve önlenmesinden büyümenin düzenlemesine kadar birçok amaç için kullanılmaktadırlar. Son dönemlerde yapılan araştırmalar ile antibiyotiklerin bağırsak mikrobiyotası üzerinde olumlu ve olumsuz etkilerinin olduğunu tespit edilmiştir. Antibiyotiklerin bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkileri ile patojen enfeksiyonunun inhibisyonu, bağırsak mikrobiyotası tarafından mikrobiyal yükün ve besin kullanımının azaltılması, epitel tarafından besin ve kalori emiliminin arttırılması ve mikrobiyal türevli anti-metabolitlerin azaltılması gibi avantajlar sağlanmaktadır. Antibiyotiklerin sağladığı bu avantajlar profilaktik ilaç ve potansiyel büyüme destekleyicileri olarak yaygın bir şekilde kullanılmalarına neden olmuştur. Ancak son zamanlarda antibiyotik kullanımının bağırsak mikrobiyotasında taksonomik, genomik, fonksiyonel ve kalıcı değişiklikler oluşturmasına bağlı olarak farklı etkiler oluşturabileceği ortaya konulmuştur. Bu etkiler besin emilimi ve kullanımı, oksijen dengesi ve epitel redoks, mikrobioyota-bağırsak-beyin ekseni üzerinde farklı sonuçların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bağırsak mikrobiyotasının organizmada besin ve ilaçların metabolizması, immunomodülasyon ve antimikrobiyal koruma gibi rolleri düşünüldüğünde antibiyotikler ile ilişkisinin iyi bilinmesinin rasyonel ilaç kullanımı ve etkili bir tedavi için oldukça önemli olduğu unutulmamalıdır. Günümüzde antibiyotiklerin bakteriyel enfeksiyonlara karşı en önemli savunma aracı olduğu göz önünde bulundurulduğunda antibiyotik direncinin yayılmasını ve antibiyotiğe bağlı disbiyozisi engellemek; ayrıca yeni tedavi yöntemlerine yönelik stratejiler geliştirmek adına antibiyotiklerin bağırsak mikrobiyotasındaki etkileşimin iyi anlaşılması gerekir. Veteriner farmakoloji ve toksikoloji alanında bu önemli etkileşimi kapsamlı şekilde ele alan sınırlı sayıda yayın mevcuttur. Bu derlemede bağırsak mikrobiyotasının bileşimi ve görevlerine değinilmiş ve antibiyotiklerin bağırsak mikrobiyotası üzerindeki etkileri özetlenerek konu ile ilgili araştırmacılar için ileride temel oluşturması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: antibiyotik tedavisi, bağırsak mikrobiyotası, disbiyozis

Effects of antibiotics on gut microbiota

Abstract

Antibiotics are used in veterinary medicine, medicine, agriculture and public health for many purposes, from the treatment and prevention of diseases to the regulation of growth. Recent studies have shown that antibiotics have positive and negative effects on the intestinal microbiota. With the effects of antibiotics on the intestinal microbiota, advantages such as inhibition of pathogen infection, reduction of microbial load and nutrient use by the intestinal microbiota, increase of nutrient and calorie absorption by the epithelium, and reduction of microbial-derived anti-metabolites are provided. These advantages of antibiotics have led to their widespread use as prophylactic drugs and potential growth promoters. However, it has been recently revealed that antibiotic use may have different effects depending on the taxonomic, genomic, functional and permanent changes in the intestinal microbiota. These effects resulted in different results on nutrient absorption and utilization, oxygen balance and epithelial redox, microbiota-gut-brain axis. Considering the roles of intestinal microbiota in the organism such as metabolism of nutrients and drugs, immunomodulation and antimicrobial protection, it should not be forgotten that knowing the relationship with antibiotics is very important for rational drug use and effective treatment. Considering that antibiotics are the most important defense tool against bacterial infections today, to prevent the spread of antibiotic resistance and antibiotic-induced dysbiosis; In addition, the interaction of antibiotics in the gut microbiota should be well understood in order to develop strategies for new treatment methods. There are limited publications in veterinary pharmacology and toxicology that comprehensively address this important interaction.

In this review, the composition and functions of the intestinal microbiota are mentioned, and the effects of antibiotics on the intestinal microbiota are summarized and it is aimed to form a basis for future researchers on the subject.

Keywords: antibiotic therapy, dysbiosis, gut microbiota

GİRİŞ

Bağırsak mikrobiyotası terimi, bakteriler, virüsler ve ökaryotlar dâhil olmak üzere gastrointestinal sistemi kolonize eden tüm mikroorganizmaların toplamını ifade etmek için kullanılmaktadır. Mikrobiyota, bir dereceye kadar kalıtsal olan, neonatal dönemde olgunlaşan ve konaktaki merkezi fizyolojik ve patofizyolojik mekanizmayı etkileyen konakçıya özgü bir ekosistemdir. Canlıların bağırsak mikrobiyatasının bileşimine ilişkin bilgilerimiz son on yılda çarpıcı bir şekilde gelişmiş olsa da bağırsak mikrobiyatasının konak üzerindeki etkileri ve konakçı ekosistemini etkilendiği faktörler günümüzde birçok açıdan değerlendirilmekte ve araştırılmaktadır (Bäckhed ve ark., 2015).

Mikrobiyotanın biyoçeşitliliği bağırsağın ilk bölümüyle son bölümü, örneğin ince bağırsak ve kolon, arasında farklılık gösterebilir. Ayrıca bu bölgelerin luminal veya yüzey kısımlarında da biyoçeşitliliğin değiştiğine yönelik bulgular tespit edilmiştir. Bu durum bilinen mikrobiyota kavramının aslında kolonizasyonun yerine ve şekline göre değişiklik gösterebileceği gibi, mevcut mikrobiyotada daha küçük yarı kararlı ekosistemlerin de var olduğunu göstermektedir. Bunun yanı sıra sağlıklı farklı canlılar arasındaki biyoçeşitlilik, diyete, yaş ve coğrafyaya göre de önemli ölçüde değişiklik gösterebilir (Eckburg ve ark., 2005; Yatsunenko ve ark., 2012; Zoetendal ve ark., 2012; David ve ark., 2014).

Bağırsak mikrobiyatasında meydana gelen değişiklikler, konak-mikroorganizma ilişkilerini birçok açıdan etkilemektedir. Bu nedenle uygulanacak antimikrobiyal tedavinin yaratacağı etki ekolojik bir çerçeve bağlamında yeniden değerlendirilmelidir. Çünkü bu durum faydalı bileşenlerin ekolojisini korurken enfeksiyonların tedavisi için yeni stratejilerin tasarlanmasına ilişkin bilgiler sağlayabilir. Olası bir antibakteriyel tedavi sonucunda bağırsak mikrobiyotasının bozulan biyodengesinin normal durumuna dönmesi için gerekli olan süre, aynı türdeki canlılar arasında bile büyük ölçüde değişiklik gösterebilmektedir. Ayrıca mikrobiyotanın eski dengesine dönmesi, disbiyozisi sonucunda ortaya çıkan rahatsızlığın seyrine, ciddiyetine ve tipine göre de farklılık gösterebilmektedir (Lozupone ve ark., 2012).

Antibiyotiklerin günümüzde yaygın bir şekilde birçok alanda kullanılmaktadır. Bu ilaçların kullanımlarında etkili terapötik yanıt, halk sağlığı ve hayvan sağlığı açısından rasyonel ilaç kullanımı ilkelerine uygun yaklaşılması gerektiği bilinmekledir. Antibiyotiklerin bağırsak mikrobiyotası ile ilişkisinin iyi derecede bilinmesi oluşturulacak terapötik tedaviden etkili yanıtın alınması, direnç gelişiminin önüne geçilmesi ve antibiyotik kullanımına bağlı şekillenebilecek olası disbiyozis durumunun önüne geçilmesi için büyük önem taşımaktadır. **(**Takele ve Berihum, 2014; Lange ve ark., 2016). Tüm bu sonuçların önüne geçmek veya fayda sağlamak amacıyla bağırsak mikrobiyotası ve antibiyotiklerin ilişkisini anlamak gerekir. Bu derlemede bağırsak mikrobiyotasını oluşturan bileşenler, bağırsak mikrobiyotasının görevi ve antibiyotiklerin mikrobiyotanın büyük çoğunluğunu oluşturan bakteriyel popülasyon ile ilişkisinin olumlu ve olumsuz sonuçlarına kapsamlı bir şekilde değinilmesi amaçlanmıştır.

BAĞIRSAK MİKROBİYOTASININ ROLÜ

Bağırsak mikrobiyotası, bağırsakda kolonize halde bulunan tüm mikroorganizma popülasyonlarını ifade eder. Muazzam çeşitlilikte bakteri, mantar, arke, virüs ve protozoa içerir. Sağlıklı bir bağırsak mikrobiyotası ağırlıklı olarak *Firmicutes, Bacteroidetes*, *Actinobacteria* ve *Verrucomicrobia* filumları tarafından oluşmaktadır. Bu filumlar çoğu canlı için sabit kalırken, bağırsağın her bölümünde hem niteliksel hem de niceliksel olarak çok çeşitli cinsler baskın olarak yer almaktadır. Hayvan türlerine göre değişmekle birlikte, bağırsak mikrobiyotasında genellikle baskın olarak bulunan bakteri türler şunlardır: *Gemella spp., Megasphaera spp., Pseudomonas spp., Prevotella spp., Streptococcus spp., Rothia spp., Veillonella spp., Clostridium spp., Porphyromonas spp., Eubacterium spp., Ruminococcus spp., Enterobacter spp., Enterococcus spp., Lactobacillus spp., Peptostreptococcus spp., Fusobacteria spp., Lachnospira spp., Roseburia spp., Butyrivibrio spp., Faecalibacterium spp., Proteobacteria spp* .(Jandhyala ve ark., 2015).

Bağırsak mikrobiyotasının ilgili özellikleri ve konakçı yanıtı üzerindeki etkileri klinik olarak nispeten göz ardı edilmektedir. Besinlerin, ksenobiyotiklerin ve ilaçların metabolizması başta olmak üzere, immunomodülasyon ve organizma için antimikrobiyal koruma için bağırsak mikrobiyotasının bütünlüğünün oldukça önemli olduğu bilinmektedir. Disbiyozis durumunda veya bağırsak mikrobiyotasının farklı şekillerde zarar görmesi halinde organizmanın bağışıklık sistemi, metabolizma olayları ve homeostazisi doğrudan veya dolaylı olarak olumsuz etkilenebilmektedir. Bu nedenle mikrobiyotanın görevlerini bilmek bahsedilen etkileri daha iyi anlamamız açısından büyük öneme sahiptir. Ayrıca bağırsak mikrobiyotasının normal işlevlerinin bilinmesi bağırsak mikrobiyotasının biyolojik dengesinin bozulması durumu olarak bilinen disbiyozisin, klinik açıdan değerlendirmesine de katkı sağlayabilir (Lange ve ark., 2016).

BAĞIRSAK MİKROBİYATASINDA ANTİBİYOTİKLERE BAĞLI MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLER

Antibiyotiklerin bağırsak mikrobiyatası üzerindeki etkileri, bu ilaçların keşfinden ve ticari üretimlerinden bu yana kapsamlı bir çalışma konusu olmuştur. Bu çalışmaların neredeyse tamamı, antibiyotiklerin in vitro ortamda ekili bakteri türleri veya antibiyotiğe maruz kalan konakçılardan yetiştirilen belirli bakteri türleri üzerindeki etkileriyle ilgilidir. Fakat son yıllarda araştırma laboratuvarlarında ve klinik çalışma alanlarında yapılan antibiyotik ve bağırsak mikrobiyotası çalışmaları, ekolojik ilkeler ve moleküler yaklaşımlar göz önüne alınarak gerçekleştirilmektedir. Bu durum mikrobiyotada antibiyotiklere bağlı meydana gelen değişiklikler hakkında yeni ve kapsamlı bilgilerin elde edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Modi ve ark., 2014).

Antibiyotikler, antibiyotik sınıfına, dozajına, uygulama yoluna ve süresine bağlı olarak bağırsak mikrobiyotasını olumlu veya olumsuz yönde değiştirebilir. Genel olarak antibiyotiklerin mikrobiyata üzerindeki etkilerine ilişkin çalışmalar, bakteri çeşitliliğinde azalma, belirli taksonların göreceli bolluğunda basmakalıp düşüşler veya genişlemeleri incelemek üzere yapılmaktadır. Antibiyotik kullanımına bağlı mikrobiyotadaki etkiler çoğu bireyde bir dereceye kadar iyileşirken diğerlerinde kalıcı etkilerle sonuçlanmaktadır. Bu durum antibiyotiklerin bireye özgü etkileri ile ilişkilendirilebilir (Eckburg ve ark., 2005).

Antibiyotiklerin bağırsaktaki bakteriyel popülasyonu üzerindeki yaygın etkileri genellikle bağırsaktaki mikrobiyal toplulukların genomik kapasitesini değiştirmesi üzerinedir. Bunun yanı sıra antibiyotiklerin bakteri direnç gelişimi üzerinde de etkileri mevcuttur. Antibiyotiklerin uygun olmayan doz ve doz aralığında kullanımı, direnç genlerini zenginleştirerek bağırsak mikrobiyotası ve konakçı arasında uzun süreler boyunca gelişen karşılıklı ilişkilerin bozulmasına yol açabilir. Bu genlerin ilgili antibiyotiklerin günümüzde kullanımından çok önce doğada var olduğu bilinmektedir. Bu durum antibiyotiklerin çevrede yaygın bir şekilde kullanıldığını ve direnç genlerinin en az binlerce yıldır dolaşımda olduğunu göstermektedir. Antibiyotiklerin spesifik suşlar üzerindeki etkisini ve bağırsak bakteri popülasyonundaki ilaç direncinin ortaya çıkışını karakterize etmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Özellikle son yıllarda, antibiyotiklerin fekal mikrobiyotanın genel taksonomik bileşimi üzerindeki etkilerini incelemek ve antibiyotik direnç genlerinin çeşitliliğini tespit etmek üzerine odaklanılmıştır (Pamer ve ark., 2016).

Günümüzde antibiyotiklere bağlı olarak bağırsak mikrobiyotasının bileşiminin değişebileceğine dair birçok önemli kanıt bulunmuştur. Yapılan bir araştırmada insanlarda sık kullanılan antibiyotik gruplarından olan florokinonlar ve β- laktamlar ile hastalara 7 günlük tedavi uygulandıktan sonra 21 hastanın fekal mikrobiyotası incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda her iki grupta da mikrobiyal çeşitliliğin %25 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca β-laktamların ortalama mikrobiyal yükü iki kat arttırdığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebi olarak bu antibiyotik grubuna duyarlı mikroorganizmaların ortamda azalmasına bağlı olarak dirençli suşların gelişmesi ve böylece mikrobiyotada baskın hale gelmesi ileri gösterilmiştir (Panda ve ark., 2016).

Bağırsak mikrobiyotasında antibiyotik kaynaklı değişiklikler, diyabet, obezite ve kardiyovasküler hastalıklar dâhil olmak üzere birçok hastalık ile ilişkilendirilmektedir. Antibiyotiklerin mikrobiyota üzerinde yaptığı olumsuz değişiklikleri incelemek amacıyla yapılan bir araştırmada farelere sub-terapoötik antibiyotik tedavisi (STAT) yapılmış ve hayvanların yüksek yağlı bir diyet ile beslenmesi sağlanmıştır. Bu çalışma sonucunda antibiyotik tedavisi ile metabolizma arasındaki ilişkinin yanı sıra obezite patogenezi hakkında da yeni bilgiler sağlamıştır (Ubeda ve ark., 2012; Becattini ve ark., 2016; Mahana ve ark., 2016).

Mikrobiyotaki antibiyotik kaynaklı değişiklikler viral ve bakteriyel enfeksiyonların oluşmasına neden olabilir. Bağırsaktaki mikrobiyal kompozisyonun değişmesine neden olan antibiyotikler bu etkileri ile kolonizasyon direnci kaybına yol açabilmektedir. Birkaç antibiyotiğin özellikle bağırsaklarda baskın karakterde bulunan anaerobik

bakteriler üzerine spesifik olarak etkili olduğu tespit edilmiştir. Patojenlerin kolonizasyon direncini azaltarak bağırsak mikrobiyotası üzerine olumsuz etki gösteren bu antibiyotiklerin kullanımı, psödomembranöz kolit ile ilişkili olarak ishal ve gastrit gibi klinik bulguların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bunların yanı sıra antibiyotik ile değişmiş bağırsak mikrobiyotası, fukoz ve sialik asit gibi mukozal karbonhidratların serbestleşmesine neden olabilir. Bu maddelerin artan seviyesi, fırsatçı patojenlerin bağırsakta yayılmasına olanak sağlar. Böylece mikrobiyotanın biyodengesi bozulur ve disbiyozise bağlı birçok hastalık tablosu şekillenebilir (Jernberg ve ark, 2010; Katharine ve ark., 2013; Huang ve ark., 2015).

Memeli ve kemirgenler üzerine yapılmış birçok çalışma ile mikrobiyotanın bağışıklık sistemi ile ilişkisi tespit edilmiştir. Bazı bakteriler inflamatuar süreçleri modüle etme yeteneğine sahiptir. Antibiyotik uygulaması, bağırsak kommensal bakteri popülasyonlarını değiştirebilir ve yanıt olarak bağışıklık savunması etkilenebilir. Ayrıca ilaç absorpsiyonu, dağılımı ve molekülün metabolizması gibi antibiyotiklerin farmakokinetiği de dâhil olmak üzere çeşitli süreçlerde mikrobiyotadaki değişikliğe bağlı olarak farklılık gösterebileceği tespit edilmiştir. Ayrıca mikrobiyotadaki bu değişikliklerin alerjik reaksiyonların oluşmasına da neden olabileceği bilinmektedir (Ubeda ve ark.,2012; Zhang ve ark., 2018).

Antibiyotiğe Bağlı Mikrobiyal Değişikliklerin Çeşitli Etkileri

Besin emilimi ve kullanımı

Besin emiliminin ve kullanımının arttırılması, hayvan sağlığı için büyük önem taşımaktadır. Antibiyotikler bağırsakların hareketliliği ve besinlerin taşınması üzerine etki gösterebilir. Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada antibiyotik kullanımına bağlı bağırsak morfolojisinde değişikliklerin şekillendiği tespit edilmiştir. Bu değişiklikler arasında villus ve mikrovillilerin uzunluğunda artışın gözlendiği bildirilmiştir. Anitibiyotiklerin bağırsak üzerinde yarattığı bu etkilerin mikrobiyota aracılığı ile gerçekleştiği ileri sürülmüştür. Bir başka çalışmada ise oral vankomisin ve polimiksin B'nin farelerde peptit taşıyıcı 1 ve Na+/K+-ATPaz olmak üzere absorbsiyonda görev alan çeşitli proteinlerin ekspresyonunda artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca antibiyotiklerin amino asit taşınması ve nitrojen dengesi üzerinde etkileride olduğu ortaya konmuştur (Chevalier ve ark., 2013; Yu ve ark., 2017; Yu ve ark., 2017).

İki hafta süreyle oral gentamisin, ampisilin ve metranidazol verilen domuz yavrularının bağırsak mikrobiyotasında *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Fekal örneklerin incelenmesi sonucunda dışkıdaki *Escherichia spp*. miktarında artış gözlenmiştir. Ayrıca bu değişikliklere bağlı olarak yavrularda azot kullanımında azalma ve total azot atılımında artış görülmüştür. Tüm bu bulgular, antibiyotik uygulamasından sonra bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklik ile besin kullanımı arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır (Pi ve ark., 2019).

Oksijen dengesi ve epitel redoks

Oksijenin mevcudiyeti reaktif oksijen türlerini, oksidatif stresi ve bağırsak inflamasyonunu düzenleyen önemli bir faktördür. Oksijen, bağırsak epitelinde aerobiyoz ve anaerobiyoz arasındaki dengeyi şekillendirir. Konak ve bağırsak mikrobiyotası arasındaki etkileşimlerin bağırsak oksijen gradyanını etkilediği bilinmektedir (Espey, 2013).

Bağırsaktaki oksijen seviyesindeki bir artış, aerobik patojenlerin artmasına neden olabileceği gibi epiteldeki redoks potansiyelinin yukarı yönde regülasyonuna da neden olabilir. Kolonositlerde oksidasyon işlemi ile oksijen kullanımı, antibiyotik kaynaklı mikrobiyota disbiyozunun temel nedeni olarak bulunmuştur. Bütirat üreten bakterilerin tükenmesi antibiyotik etkisi sonucunda, butirat oksidasyonuna aracılık eden bir reseptör olan peroksizom proliferatörü ile aktive edilmiş reseptör γ'nin (PPARγ) ekspresyonunu azaltır. PPARγ eksikliği, epitelyal oksijen kullanımını ve bağırsak lümeninde artan oksijen mevcudiyetini azaltır. Bu durum aerobik *Enterobacteriaceae* kolonizasyonun artışını teşvik eder. Antibiyotik kaynaklı *Enterobacteriaceae* artışı, yüksek epitelyal redoks potansiyeli ile ilişkiliyken, mikrobiyal popülasyonun eski haline dönmesi bağırsak redoksunun iyileşmesi ile ilişkili bulunmuştur. Bu bilgiler normal bağırsak mikrobiyotasının, bağırsak oksijen homeostazını ve patojen kolonizasyonuna karşı direnci korumak için önemli olduğunu desteklemektedir. Ayrıca mikrobiyota manipülasyonu yoluyla oksijen durumunun düzenlenmesi, bağırsak sağlığını düzenlemek için potansiyel bir strateji olabilir (Byndloss ve ark., 2017; Litvak ve ark., 2018; Reese ve ark., 2018).

Bağırsak-karaciğer ekseni

Safra asidi esas olarak karaciğerde metabolize edilir ve bağırsak karaciğer eksenini birbirine bağlar. Son çalışmalar, safra asidi homeostazını düzenlemede bağırsak mikrobiyotasının rolünü tanımlamaktadır. Ampisilin, vankomisin, neomisin, metronidazol ve amfotersin B antibiyotiklerinin karışımı ile tedavi edilen farelerin bağırsak miktobiyotasında *Firmucutes* ve *Bacteroidetes* filumlarının sayısında azalma görülmüştür. Bununla birlikte sekum sindiriminde ve serumdaki sekonder safra asidi miktarının azaldığı bildirilmiştir. Bu değişikliklere sekumdaki epitelyal transkriptomdaki değişiklikler, özellikle mitokondriyal disfonksiyon ve oksidatif fosforilasyon ile ilgili genler eşlik etmektedir (Zarrinpar ve ark., 2018).

Safra asidi miktarındaki değişikliklerin antibiyotiklere ortak bir yanıt olabileceği düşünülmektedir. Metabolik sendromlu erkek obez deneklerde vankomisin müdahalesinin, dışkıda *Firmicutes* ve sekonder safra asidini azaltırken, plazmada primer safra asitlerini artırdığı tespit edilmiştir. Benzer bulgular diğer kemirgenlerde de görülmüştür. Linkozamidler, glikopeptidler, makrolidler, florokinolonlar ve aminoglikozitler dâhil olmak üzere farklı antibiyotikler uygulanan yetişkin sıçanların dışkı ve plazmasında birincil (tauro- ve glikokolat) ve ikincil safra asidini (tauro- ve glikodeoksikolat) arttırdığı rapor edilmiştir. Ayrıca bir başka çalışmada streptomisin ve penisilin kombinasyonu uygulanan farelerin karaciğerinde CYP7A1 ekspresyonunun yukarı regülasyonu ile birlikte taurokolik asit ve tauro-β murikolik asit miktarının arttığı bildirilmiştir. Tüm bu kanıtlar bağırsak mikrobiyota bileşimini antibiyotikler ile manipüle etmenin, bağırsak ve karaciğer arasındaki etkileşime aracılık eden safra asidi metabolizmasını etkilediğini açıkça göstermektedir (Swann ve ark., 2011; Vrieze ve ark., 2014; Behr ve ark., 2019).

Mikrobiyota-bağırsak-beyin ekseni

Son dönemlerde bağırsak mikrobiyotasını hedefleyerek beyin fonksiyonunun modülasyonunu amaçlayan çalışmalar yapılmakta ve bu çalışmalar neticesinde bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler nöral fonksiyonlar ile ilişkilendirilmiştir. Antibiyotiklerin mikrobiyotada yarattığı etkilerden faydalanarak deney modelleri tasarlanıp, beyin-mikrobiyota ilişkisi incelenmektedir. Günümüzde yapılan araştırmalarla ortaya çıkan kanıtların artması mikrobiyota ve nöral fonksiyonlar arasındaki ilişkiyi desteklemektedir. Genç farelerde antibiyotik uygulaması sonrası mikrobiyotadaki *Bacteroidetes* miktarında azalış, *Proteobacteria* sayısında ise artış gözlenmiştir. Bunun bir sonucu olarak ise bu farelerde kaygı ve bilişsel davranış bozukluklarının ortaya çıktığı bildirilmiştir. Ampisilin, streptomisin ve klindamisin karışımı ile bağırsak mikrobiyotası bozulan denklerin sosyal tanıma yeteneklerinin azaldığı tespit edilmiştir. Bütün bu çalışma bulguları biyokimyasal, immünolojik ve davranışsal tepkiyi modüle etmede bağırsak mikrobiyotasının potansiyel olarak rolünü işaret etmektedir (Desbonnet ve ark., 2015; Mu ve ark., 2016; Guida ve ark., 2018; Sherwin ve ark., 2018).

Mikrobiyotadaki bakterilerden üretilen antimikrobiyaller

Bağırsak mikrobiyotasının bazı küçük antimikrobiyal moleküller için bir rezervuar görevi gördüğü tespit edilmiştir. Üretilen moleküller arasında lantibiyotikler, bakteriyosinler ve mikrosinler antibakteriyel görevi görmektedir. Örneğin *Lachnobacterium bovis ve Ruminococcus albus* suşları, başlıca mikroorganizma türevli antimikrobiyal peptitler olan bakteriyosin üretimi için genler taşımaktadır. Ayrıca *Bacillus* ve *Paenibacillus* türleri diffisidin ve makrolaktin gibi poliketidleri sentezleyebilirler. Bunlar bakteriyel protein biyosentezini inhibe ederek *Staphylococcus aureus* ve *Enterococcus faecalis* gibi patojenleri inhibe etmede fonksiyonel aktivite gösterebilirler. Antibiyotik direnci konusundaki artan endişe göz önüne alındığında bu substratlar, gelecekteki bakterisitler olarak kullanılabilir ve yeni antibiyotikler geliştirmek için umut verici moleküller olarak hizmet edebilirler (Garcia-Gutierrez ve ark., 2019).

SONUÇ

Bağırsak mikrobiyotası ve sağlıklı yaşam ilişkisine yönelik tüm bu kanıtlar, her açıdan mikrobiyotanın önemini vurgulamaktadır. Mikrobiyota hedefli bir yaklaşım olarak antibiyotik müdahalelerinden elde edilen çalışmalar, mikrobiyotanın hayvan türlerindeki çeşitli biyolojik süreçler ile nasıl ilişkili olduğu konusunda bilgilere ulaşılmasını sağlamıştır. Antibiyotikler yalnızca bağırsak mikrobiyal çeşitliliğinde değişiklere neden olmamaktadırlar. Aynı zamanda disbiyozise bağlı olarak birçok rahatsızlığın şekillenmesine de neden olmaktadırlar. Antibiyotik tedavisinden kaynaklanan rahatsızlıkların karmaşıklığı, mikrobiyata üzerindeki sonuçları en aza indiren artırılmış veya alternatif antimikrobiyal tedaviler geliştirmenin önemini vurgulamaktadır.

Antibiyotik kaynaklı fonksiyonel ve filogenetik değişiklikler ise bağırsak mikrobiyotasının biyodengesini sürdürmedeki karşılıklı bağımlılığı ve bunun konak fonksiyonuna katkısını ortaya koymaktadır.

Günümüzde antibiyotikler bakteriyel enfeksiyonlara karşı ana savunma hattımız olduğundan dolayı antibiyotik direncinin yayılmasını engellemek için stratejiler geliştirmek adına bağırsak mikrobiyotasını iyi anlamak gerekir. Rasyonel ilaç kullanımını sağlamaya çalışırken antibiyotik ve mikrobiyota ilişkisini göz önünde bulundurmak gerekir. Bilinçsiz antibiyotik kullanımının neden olduğu sorunlar arasında direnç gelişimi günümüzde büyük bir endişe konusudur. Bağırsak mikrobiyotasında yer alan bakteriyel popülasyon düşünüldüğünde, yanlış antibiyotik seçimi ve uygun olmayan dozaj rejiminin direnç gelişimi açısından büyük tehlike oluşturabileceği unutulmamalıdır.

Antibiyotiklerin mikrobiyota ve bağışıklık sistemi üzerindeki olumsuz etkisini ortadan kaldırmak için yeni stratejilerin geliştirilmesi germektedir. Antibiyotik tedavisinin neden olduğu bağırsak mikrobiyotasındaki olumsuz değişiklikleri azaltmak için günümüzde ticari probiyotikler yaygın olarak kullanılmaktadır. Çoğunlukla bu tür ürünler, *Lactobacillus spp.*, *Bifidobacterium spp.* gibi türlerin yanı sıra fruktooligosakkaritler gibi prebiyotikleri de içermektedir. Ayrıca geleneksel fermente sebze ve süt ürünleri alımının arttırılması mikrobiyota sağlığı için önerilmektedir. Bunların yanı sıra fekal mikrobiyota transplantasyonu da bozulmuş mikrobiyotanın restorasyonu amacıyla başvurulacak seçenekler arasında yer almaktadır.

KAYNAKLAR

Bäckhed F, Roswall J, Peng Y, Feng Q, Jia H, Kovatcheva-Datchary P, Li Y, Xia Y, Xie H, Zhong H, Khan MT, Zhang J, Li J, Xiao L, Al-Aama J, Zhang D, Lee YS, Kotowska D, Colding C, Tremaroli V, … Wang J 2015. Dynamics and Stabilization of the Human Gut Microbiome during the First Year of Life. Cell host & microbe, 17(5): 690–703.

Becattini S, Taur Y, & Pamer EG 2016. Antibiotic-Induced Changes in the Intestinal Microbiota and Disease. Trends in molecular medicine, 22(6): 458–478.

Behr C, Slopianka M, Haake V, Strauss V, Sperber S, Kamp H, Walk T, Beekmann K, Rietjens I, & van Ravenzwaay B 2019. Analysis of metabolome changes in the bile acid pool in feces and plasma of antibiotic-treated rats. Toxicology and applied pharmacology, 363: 79–87.

Byndloss MX, Olsan EE, Rivera-Chávez F, Tiffany CR, Cevallos SA, Lokken KL, Torres TP, Byndloss AJ, Faber F, Gao Y, Litvak Y, Lopez CA, Xu G, Napoli E, Giulivi C, Tsolis RM, Revzin A, Lebrilla CB, & Bäumler AJ 2017. Microbiota-activated PPAR-γ signaling inhibits dysbiotic Enterobacteriaceae expansion. Science (New York, N.Y.), 357(6351): 570–575.

Chevalier C, Stojanović O, Colin DJ, Suarez-Zamorano N, Tarallo V, Veyrat-Durebex C, Rigo D, Fabbiano S, Stevanović A, Hagemann S, Montet X, Seimbille Y, Zamboni N, Hapfelmeier S, & Trajkovski M. (2015). Gut Microbiota Orchestrates Energy Homeostasis during Cold. Cell, 163(6): 1360–1374.

David LA, Maurice CF, Carmody RN, Gootenberg DB, Button JE, Wolfe BE, Ling AV, Devlin AS, Varma Y, Fischbach MA, Biddinger SB, Dutton RJ, & Turnbaugh PJ 2014. Diet rapidly and reproducibly alters the human gut microbiome. Nature, 505(7484): 559–563.

Desbonnet L, Clarke G, Traplin A, O'Sullivan O, Crispie F, Moloney RD, Cotter PD, Dinan TG, & Cryan JF 2015. Gut microbiota depletion from early adolescence in mice: Implications for brain and behaviour. Brain, behavior, and immunity, 48: 165–173.

Eckburg PB, Bik EM, Bernstein CN, Purdom E, Dethlefsen L, Sargent M, Gill SR, Nelson KE, & Relman DA 2005. Diversity of the human intestinal microbial flora. Science (New York, N.Y.), 308(5728): 1635–1638.

Espey MG 2013. Role of oxygen gradients in shaping redox relationships between the human intestine and its microbiota. Free radical biology & medicine, 55: 130–140.

Garcia-Gutierrez E, Mayer MJ, Cotter PD, & Narbad A 2019. Gut microbiota as a source of novel antimicrobials. Gut microbes, 10(1): 1–21.

Guida F, Turco F, Iannotta M, De Gregorio D, Palumbo I, Sarnelli G, Furiano A, Napolitano F, Boccella, S, Luongo L, Mazzitelli M, Usiello A, De Filippis F, Iannotti FA, Piscitelli F, Ercolini D, de Novellis V, Di Marzo V, Cuomo R, & Maione S 2018. Antibiotic-induced microbiota perturbation causes gut endocannabinoidome changes, hippocampal neuroglial reorganization and depression in mice. Brain, behavior, and immunity, 67: 230–245.

Guo L, Zhang D, Fu S, Zhang J, Zhang X, He J, Peng C, Zhang Y, Qiu Y, Ye C, Liu Y, Wu Z, & Hu CA 2021. Metagenomic Sequencing Analysis of the Effects of Colistin Sulfate on the Pig Gut Microbiome. Frontiers in veterinary science, 8: 663820.

Huang YL, Chassard C, Hausmann M, von Itzstein M, & Hennet T 2015. Sialic acid catabolism drives intestinal inflammation and microbial dysbiosis in mice. Nature communications, 6: 8141.

Jandhyala SM, Talukdar R, Subramanyam C, Vuyyuru H, Sasikala M, & Nageshwar Reddy D 2015. Role of the normal gut microbiota. World journal of gastroenterology, 21(29): 8787–8803.

Jernberg C, Löfmark S, Edlund C, & Jansson JK 2010. Long-term impacts of antibiotic exposure on the human intestinal microbiota. Microbiology (Reading, England), 156(Pt 11): 3216–3223.

Lange K, Buerger M, Stallmach A, & Bruns T 2016. Effects of antibiotics on gut microbiota. Digestive Diseases, 34(3): 260-268.

Litvak Y, Byndloss MX, & Bäumler AJ 2018. Colonocyte metabolism shapes the gut microbiota. Science (New York, N.Y.), 362(6418): eaat9076.

Lozupone CA, Stombaugh JI, Gordon JI, Jansson JK, & Knight R 2012. Diversity, stability and resilience of the human gut microbiota. Nature, 489(7415): 220–230.

Mahana D, Trent CM, Kurtz ZD, Bokulich NA, Battaglia T, Chung J, Müller CL, Li H, Bonneau RA, & Blaser MJ 2016. Antibiotic perturbation of the murine gut microbiome enhances the adiposity, insulin resistance, and liver disease associated with high-fat diet. Genome medicine, 8(1): 48.

Modi SR, Collins JJ, & Relman DA 2014. Antibiotics and the gut microbiota. The Journal of clinical investigation, 124(10): 4212–4218.

Mu C, Yang Y, & Zhu W 2016. Gut Microbiota: The Brain Peacekeeper. Frontiers in microbiology, 7: 345.

Ng KM, Ferreyra JA, Higginbottom SK, Lynch JB, Kashyap PC, Gopinath S, Naidu N, Choudhury B, Weimer BC, Monack DM, & Sonnenburg JL 2013. Microbiota-liberated host sugars facilitate post-antibiotic expansion of enteric pathogens. Nature, 502(7469): 96–99.

Pamer EG 2016. Resurrecting the intestinal microbiota to combat antibiotic-resistant pathogens. Science (New York, N.Y.), 352(6285): 535–538.

Panda S, El khader I, Casellas F, López Vivancos J, García Cors M, Santiago A, Cuenca S, Guarner F, & Manichanh C 2014. Short-term effect of antibiotics on human gut microbiota. PloS one, 9(4): e95476.

Pi Y, Gao K, Peng Y, Mu CL, & Zhu WY 2019. Antibiotic-induced alterations of the gut microbiota and microbial fermentation in protein parallel the changes in host nitrogen metabolism of growing pigs. Animal : an international journal of animal bioscience, 13(2): 262–272.

Reese AT, Cho EH, Klitzman B, Nichols SP, Wisniewski NA, Villa MM, Durand HK, Jiang S, Midani FS, Nimmagadda SN, O'Connell TM, Wright JP, Deshusses MA, & David LA 2018. Antibiotic-induced changes in the microbiota disrupt redox dynamics in the gut. eLife, 7: e35987.

Sherwin E, Dinan TG, & Cryan JF 2018. Recent developments in understanding the role of the gut microbiota in brain health and disease. Annals of the New York Academy of Sciences, 1420(1): 5–25.

Swann JR, Want EJ, Geier FM, Spagou K, Wilson ID, Sidaway JE, Nicholson JK, & Holmes E 2011. Systemic gut microbial modulation of bile acid metabolism in host tissue compartments. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108 Suppl 1(Suppl 1): 4523–4530.

Takele B, & Berihun T 2014. Rational veterinary drug use: Its significance in public health. Journal of Veterinary Medicine and Animal Health, 6(12): 302-308.

Ubeda C, & Pamer EG 2012. Antibiotics, microbiota, and immune defense. Trends in immunology, 33(9): 459–466.

Vrieze A, Out C, Fuentes S, Jonker L, Reuling I, Kootte RS, van Nood E, Holleman F, Knaapen M, Romijn JA, Soeters MR, Blaak EE, Dallinga-Thie GM, Reijnders D, Ackermans MT, Serlie M. J, Knop FK, Holst JJ, van der Ley C, Kema IP, … Nieuwdorp M 2014. Impact of oral vancomycin on gut microbiota, bile acid metabolism, and insulin sensitivity. Journal of hepatology, 60(4): 824–831.

Yatsunenko T, Rey FE, Manary MJ, Trehan I, Dominguez-Bello MG, Contreras M, Magris M, Hidalgo G, Baldassano RN, Anokhin AP, Heath AC, Warner B, Reeder J, Kuczynski J, Caporaso JG, Lozupone CA, Lauber C, Clemente JC, Knights D, Knight R, … Gordon JI 2012. Human gut microbiome viewed across age and geography. Nature, 486(7402): 222–227.

Yu M, Mu C, Yang Y, Zhang C, Su Y, Huang Z, Yu K, & Zhu W 2017. Increases in circulating amino acids with in-feed antibiotics correlated with gene expression of intestinal amino acid transporters in piglets. Amino acids, 49(9): 1587–1599.

Yu M, Zhang C, Yang Y, Mu C, Su Y, Yu K, & Zhu W 2017. Long-term effects of early antibiotic intervention on blood parameters, apparent nutrient digestibility, and fecal microbial fermentation profile in pigs with different dietary protein levels. Journal of animal science and biotechnology, 8: 60.

Zarrinpar A, Chaix A, Xu ZZ, Chang MW, Marotz CA, Saghatelian A, Knight R, & Panda S 2018. Antibiotic-induced microbiome depletion alters metabolic homeostasis by affecting gut signaling and colonic metabolism. Nature communications, 9(1): 2872.

Zhang J, Zhang J, & Wang R 2018. Gut microbiota modulates drug pharmacokinetics. Drug metabolism reviews, 50(3): 357–368.

Zimmermann P, & Curtis N 2019. The effect of antibiotics on the composition of the intestinal microbiota - a systematic review. The Journal of infection, 79(6): 471–489.

Zoetendal EG, Raes J, van den Bogert B, Arumugam M, Booijink CC, Troost FJ, Bork P, Wels M, de Vos WM, & Kleerebezem M 2012. The human small intestinal microbiota is driven by rapid uptake and conversion of simple carbohydrates. The ISME journal, 6(7): 1415–1426.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Possibility of Using Stabilized Recycled Aggregate with Geopolymer as Base and Sub-Base Materials

Mohanad Isam Abdulsalam Alkwanadoli[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1415-0080*),
Murat Olgun[2] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-7856-8227*)

[*1]Konya Technical University, Engineering, Civil Engineering Department, Konya, Turkey.
[2] Konya Technical University, Engineering, Civil Engineering Department, Konya, Turkey.

*mohanadisam89@gmail.com:

Abstract
The production of aggregates is not environmentally friendly, very costly, and consumes a lot of energy. Therefore, the use of recycled aggregates (RA) such as reclaimed or recycled concrete aggregate (RCA) and recycled asphalt pavement (RAP) in road pavement will not only protect natural aggregates but also reduce the negative environmental impacts of these materials. At the same time, protection will be provided for waste disposal areas. The biggest disadvantage of using recycled aggregate is quality control during production. With this study, the suitability of RCA samples taken from demolished old buildings and RAP samples taken from old demolished roads as road base and sub-base material was investigated. This study aimed to investigate the usability of RAP and RCA together with low calcium fly ash in the formation of geopolymer material as an eco-friendly binder material in improving the strength properties of low plasticity soil. In this investigation, a formed geopolymer by using low calcium fly ash (FA), sodium silicate, and sodium hydroxide was used and cured at ambient temperature. The Soil-RA-Geopolymer samples were prepared using Class F Fly ash mixed with Blast furnace slag (BFS), soil, RAP, RCA, and liquid alkalis that were used instead of the optimum water content. After that, the unconfined compressive strength (UCS) tests were performed on the prepared samples. According to the variance analysis (ANOVA), the major factors affecting significantly on the UCS are the alkaline ratio and slagged-fly ash ratio. When the ratio of the slagged fly ash increase the UCS value increase till reaching the optimum ratio then the UCS value slightly decrease. The use of RCA and RAP effect slightly the UCS value and the test results indicate the possibility of using treated RAP/RCA materials with geopolymer as a base and sub-base material.
Keywords: RAP, RCA, Alkaline, Geopolymer.

INTRODUCTION

Road pavements are exposed to dynamic traffic loads and unfavourable environmental conditions. The strength and rigidity of the highway pavement surface layer, base, and sub-base should be sufficient against such loads and adverse effects. The improvement of the mechanical properties and durability of the base and sub-base layers extends the service life of the pavement system. The materials commonly used as pavement base and subbase are aggregates of suitable granulometry. Alternatively, the soil can be stabilized in situ and used as the base and sub base layer. Soil stabilization techniques are used to improve the soil properties such as strength, permeability, and shear resistance. The most common additives used in soil stabilization techniques are cement, fly ash and lime. Cement can be added to various soils and is considered one of the suitable soil stabilization materials. As a result of lacking aggregate resources in some regions where road construction will be carried out, the soil-cement mixture is widely used as a base and sub-base material in highway pavements. In general, higher cement dosing is required for base and sub-base stabilization in road construction compared to soil stabilization. However, due to the use of high dose cement, microcracks occur in the base and sub-base as a result of the shrinkage caused by the heat from hydration of the cement (Odion, 2019). Besides cement production releases approximately 5% of the overall CO_2 into the air (Salem, 2003). As a result, there is a growing interest in developing new solutions to replace existing cement additives with lower CO_2 emissions. Fly ashs are industrial wastes considered an example of using environmentally friendly binder materials with low carbon dioxide emissions. In addition, as a result of passing the industrial waste fly ash through various stages, economical and environmentally friendly geopolymer binders can be produced so that can be used instead of cement in the stabilization process. By-products such as fly ash can be used in the production of geopolymer binders to increase the strength of loose soil as well as be environmentally

friendly. Previous researches have shown that geopolymer binders have high initial strength, low shrinkage, high freezing and thaw resistance, sulphate resistance, acid resistance and fire resistance. (Sukmak et al., 2013a, 2013b; Singhi et al., 2016). The use of geopolymer has a significant effect on improving the properties of low and medium plasticity soils. Therefore, within the scope of this study, the usability of geopolymerization process for stabilizing medium plasticity clayey soils and the possibility of stabilizing base and sub-base layers using geopolymer with recycling aggregate (RAP and RCA) will be investegated.

MATERIALS AND METHODS

The clay soil to be used within the scope of the study was obtained from the Konya Technical University Organized Industry Campus land. For this soil, Atterberg limits (ASTM D4318, 2010), pycnometer (ASTM C128) and sieve analysis (ASTM C136/C136M-19) experiments were carried out. As a result of these experiments, the plastic limit (w_P) 22%, liquid limit (w_L) 33%, plasticity index (PI) 11% and the linear shrinkage (w_S) of the soil was determined as 7%. According to the USCS soil classification system, the soil class is determined as low plasticity clay (CL). The grain density (ρs) of the soil was determined as 2.64 g/cm^3.

The fly ash is a by-product collected in cyclones or electro-filters by being carried by flue gases resulting from the combustion of pulverized coal in thermal power plants. The fly ash type F have been used in this study. Class F fly ashes are obtained from bituminous coals and meet the requirement of $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3 > 70\%$. In addition, the CaO ratio is less than 10%. Approximately 75%-80% of the ashes that emerge as waste material are very fine-grained ashes that tend to come out of the chimney with the gases, and these ashes are called 'fly ash' (Aruntaş, 2006).

The RCA that used in this study consists of a mixture of three different demolish of structure. It was dried and passed through sieve No. 4 and then replaced by soil by weight up to 25% as a maximum of the total (Soil-recycled aggregate-Geopolymer) mixture. The RAP that used in this study provided by local contractor with asphalt content about 5%. The RAP was first dried and sieved through no. 4 and then used as soil replacement up to 25% by weight of the total Soil-recycled aggregate -Geopolymer mixture.

According to previous studies, the geopolymer produced by type F fly ash should be oven curing at about 60-85C° which is considered impractical. In order to cure geopolymer at ambient temperature, blast furnace slag was used that accelerate the geopolymerization because of its high calcium content (Provis and Bernal, 2014).

Alkaline activator that used for the geopolymer production in this investigation consisted of sodium hydroxide (NaOH) and sodium silicate (Na_2SiO_3) mixture. The NaOH was prepared to the required molarity using a measured amount of NaOH powder with distilled water, while the Na_2SiO_3 was already prepared liquid. In this study, the liquid NaOH was prepared at a concentration of 6 Mol basing on the previous studies. Alkaline activator is used instead of the OMC for each mixture to produce geopolymer in order to ensure sufficient UCS of the Soil-Recycled Aggregate -Geopolymer mixture.

Experimental design

An empirical design matrix was prepared to find the optimal mixture of components based on the UCS of the mixtures. In this study, the mixtures were designed using the Taguchi method. This method is based on reducing the number of trials, using a signal-to-noise (S/N) ratio to determine the degree of influence of the parameters that affect the results and optimize the input parameters. The Taguchi L16 orthogonal array requires only 16 test/trial runs (Tables 1 and 2). The S/N ratio helps in data analysis and estimation of optimum results. The orthogonal array chosen for the experiment design provides a balanced set of experiments, while the S/N ratio provides an objective function for optimization. A separate S/N ratio is calculated for each combination of control factor levels in the design. The ratios of materials used in the mixture design were determined by considering the results of previous similar studies in the literature. Accordingly, the percentages used for the preliminary study were determined as follows: 3-25% FA + BFS, 0-25% RAP, 0-25% RCA and 0.5-2.5% alkaline activator ratio (Na_2SiO_3/NaOH) (Adhikari et al. 2020).

Specimen preparation, mixing and curing procedures

A compaction test was carried out according to the ASTM D698-12e2 standard in order to find the optimum water content and maximum dry density for each mix design given in the Taguchi test table (Table 2). After that, the alkaline activator was used instead of the optimum water content in order to produce the geopolymer for each mixture.

In order to prepare the UCS samples, the soil was first dried for 24 hours at 100 C° ± 5, crashed to a powder form and sieved through sieve No.16 (Cristelo et al, 2011). The RAP and RCA were dried and sieved through No. 4. After that, soil, RAP, RCA, FA, and BFS were first mixed dryly for 5 minutes. Then, the required amount of alkaline for each mixture was added by the total dry solids weight in place of the optimum moisture content followed by wetly mixing by hand for 10 minutes until obtaining a homogeneous mixture.

The UCS samples were prepared in PVC cylindrical moulds by compacting a weighted amount of mixture (with volume control) according to the maximum dry density and optimum water content (that was replaced by alkaline) in PVC moulds with a diameter of 5 cm and height of 10cm. The samples were cured in zip-lock plastic bags with temperatures of approximately 22^0C for 7 and 28 days. At the end of the curing period, the UCS test was performed (ASTM D2166).

Table 1. Parameters and levels used in Taguchi experimental design

Parameters	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
(Na_2SiO_3/NaOH)	0.5	1	1.75	2.5
RAP (%)	0	10	15	25
RCA (%)	0	10	15	25
FA+BFS (%)	3	10	18	25
BFS/(FA+BFS)	0.3	0.37	0.44	0.5

Table 2. Design Table for experimental studies

Design. No	**Na_2SiO_3/NaOH**	**RAP (%)**	**RCA (%)**	**FA+BFS (%)**	**BFS /(FA+BFS)**
L1	0.5	0	0	3	0.3
L2	0.5	10	10	10	0.37
L3	0.5	15	15	18	0.44
L4	0.5	25	25	25	0.5
L5	1	0	10	18	0.5
L6	1	10	0	25	0.44
L7	1	15	25	3	0.37
L8	1	25	15	10	0.3
L9	1.75	0	15	25	0.37
L10	1.75	10	25	18	0.3
L11	1.75	15	0	10	0.5
L12	1.75	25	10	3	0.44
L13	2.5	0	25	10	0.44
L14	2.5	10	15	3	0.5
L15	2.5	15	10	25	0.3
L16	2.5	25	0	18	0.37

RESULTS and DISCUSSION

The optimum water content (w_{opt}) and maximum dry density (ρ_{kmax}) values obtained for L16 design (Table 3). With the addition of slagged fly ash, the optimum water content is increased while the maximum dry density is decreased. On the other hand, the increment in RAP and RCA leads to decreasing the optimum water content thus increasing the maximum dry density.

Table 3. Results of compaction tests for L16 design.

Design No.	w_{opt} (%)	ρ_{kmax} (g/cm^3)
L1	17.4	1.792
L2	16	1.785
L3	15.9	1.735
L4	16.1	1.738
L5	18	1.706
L6	18.6	1.65
L7	15	1.849
L8	15.3	1.805
L9	18.9	1.63
L10	17.6	1.689
L11	16.3	1.781
L12	13.2	1.865
L13	15	1.809
L14	14.7	1.85
L15	18	1.629
L16	16.75	1.71

Unconfined Compression Strength Tests

UCS tests were carried out for 16 different mix designs in the L16 design (Figure 1). UCS values obtained from the experiments (for the 7- and 28-days curing time) are given in Table 4. A statistical analysis of the range was carried out in the Minitab software with the entries in Table 4, and the partial data were represented graphically in the Figure 2 and Figure 3.



Figure 1. Failure examples of the samples through the UCS tests

Table 4. UCS test results for 7 and 28-days curing time

Design No.	q_u (kPa)	
	7 days	28 days
1	1849.37	1996.76
2	2518.02	4078.92
3	3446.64	4934.24
4	1999.94	3853.42
5	3897.00	4912.45
6	5137.01	6697.32
7	3170.49	4382.54
8	4528.49	7141.40
9	5526.55	6592.28
10	6340.28	8570.69
11	4238.74	5746.21
12	2679.68	3862.67
13	4056.60	5286.70
14	3324.00	4164.57
15	5162.33	6781.59
16	5419.26	7067.69

By performing the Taguchi analysis, the optimum levels of the parameters that affect the results were determined depending on the S/N ratios. In order to determine the impact factors of the parameters on the results, multi-parameter analysis of variance (ANOVA) was performed. In the evaluation of the results, an interaction between all parameters was assumed. The optimum parameter levels were determined by performing the S/N analysis according to the "larger is better" situation. The S/N graphs for the UCS values are illustrated in the Fig.2 and Fig. 3. According to the S/N graphs, the UCS values increase with the increasing of the alkaline ratio up to 1.75 and then it decreases. The slagged fly ash has a significant effect on the UCS values with the increase of the blast furnace slagged fly ash ratio, the UCS value increases till reaching the optimum level and after that, it is decrease for both 7 and 28 days of curing time. The optimum ratio of the blast furnace slagged fly ash was 18% which

agreed with the previous studies (Kwad et al, 2020). The optimum levels of RAP and RCA are 10% and 15% respectively. As the slag to the slagged fly ash ratio increase, the UCS values decreases.

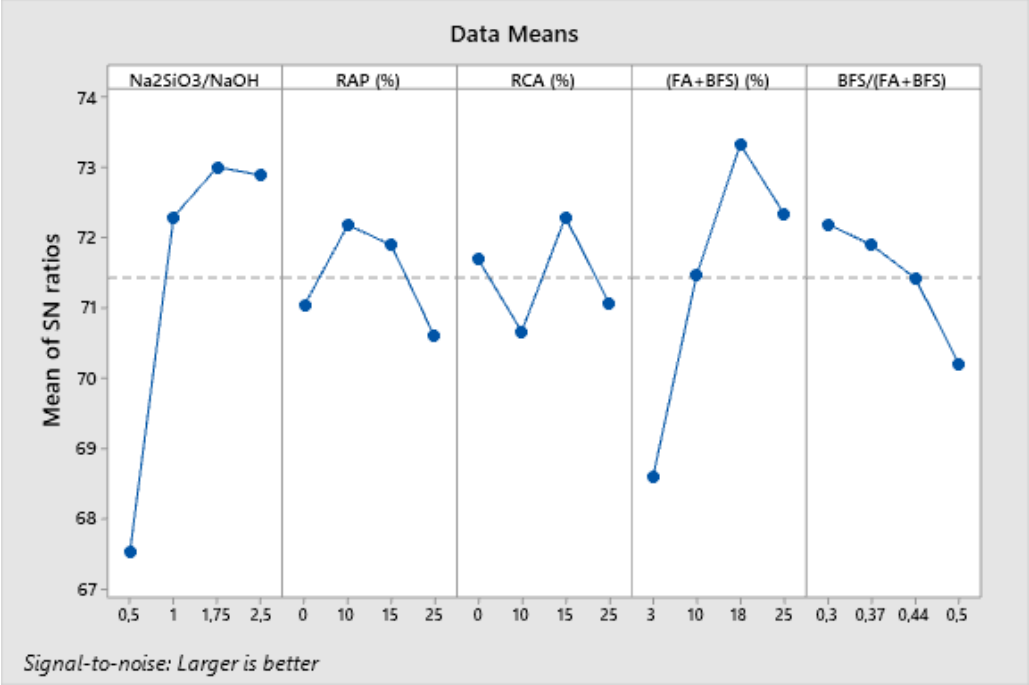


Figure 2. S/N graph for UCS values of 7-days curing time

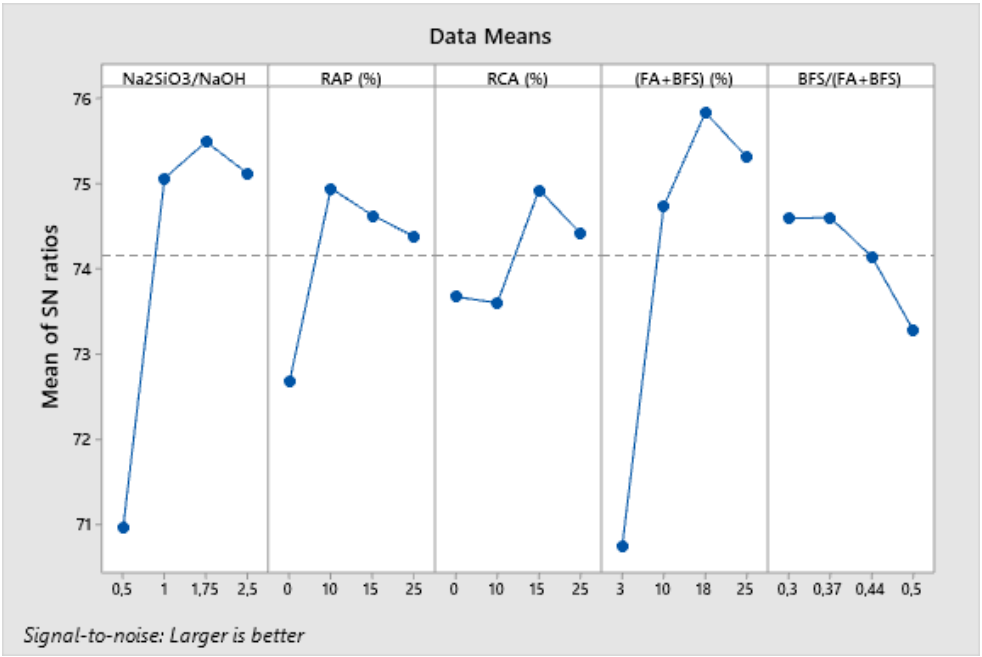


Figure 3. S/N graph for UCS values of 28-days curing time

For the 7-days curing time by performing the analysis of variance, according to the model created between the UCS and design parameters, the R-square and the R-squared (adjusted) values were 96.02% and 80.12% respectively. Because of the low contribution of RCA to the effect on UCS values, it was excluded from this

analysis and its ratio considered as an error. On the other hand, for the 28-days curing time, the R-square and the R-squared (adjusted) values were 96.73% and 83.67% respectively considering the BFS/(FA+BFS) as an error. The Tables 5. and 6. illustrate the contribution of each factor on the UCS as percentage.

Table 5. Analysis of variance results for 7- days curing time

Source	Df	Seq SS	Contribution (%)	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	12	147.56	96.02	147.56	12.297	6.04	0.083
Na_2SiO_3/NaOH	3	82.04	53.38	82.04	27.345	13.42	0.030
RAP (%)	3	6.49	4.22	6.49	2.162	1.06	0.481
FA+BFS (%)	3	49.86	32.44	49.86	16.619	8.16	0.059
BFS/(FA+BFS)	3	9.19	5.98	9.19	3.062	1.50	0.373
Error	3	6.11	3.98	6.11	2.037		
Total	15	153.68	100.00				

Table 6. Analysis of variance results for 28- days curing time

Source	Df	Seq SS	Contribution (%)	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	12	137.03	96.73	137.03	11.42	7.40	0.06
Na_2SiO_3/NaOH	3	55.24	39.00	55.24	18.42	11.94	0.04
RAP (%)	3	12.42	8.77	12.42	4.14	2.69	0.22
RCA (%)	3	4.823	3.40	4.82	1.61	1.04	0.49
FA+BFS (%)	3	64.54	45.56	64.54	21.51	13.95	0.03
Error	3	4.63	3.27	4.63	1.54		
Total	15	141.66	100.00				

CONCLUSIONS

In this study, an experimental and statistical study was carried out to evaluate the possibility of using RCA and RAP with soil as base and sub-base materials by improving their properties with geopolymer. For this purpose, experimental studies were carried out using Taguchi orthogonal index table with 5 parameters and 4 levels where alkaline activator (which is represent the ratio between Na_2SiO_3 to the ratio of the NaOH), RAP, RCA, (FA+BFS) percentages and (BFS/(FA+BFS)) are variable. The results of the study can be summarized as follows:

1- The increasing in the ratio of the alkali (Na_2SiO_3 to the NaOH) up to 1.75 due to increase the UCS values of the soil-RA-geopolymer mixture. Beyond 1.75 ratio, the UCS values decrease. Likewise, the slagged fly ash (FA+BFS), when the ratio of the slagged fly ash increase the UCS value increase till reaching the optimum ratio then the UCS value slightly decrease.
2- For all curing time, the use of RCA and RAP effect slightly the UCS value where the optimum ratio of the RAP is 10% while the optimum ratio of the RCA is 15% which is consistent with previous studies (Odion et al., 2019).
3- With increasing the ratio of the BFS in the fly ash the value of the UCS decreases for 7and 28-day curing time.
4- According to the variance analysis (ANOVA), the major factors affecting significantly on the UCS are the alkaline ratio and slagged-fly ash ratio for both 7 and 28-day curing time. While the contributions of RAP and RCA on UCS are not significant enough.

REFERENCES

Sukmak P, Horpibulsuk S, Shen S 2013a. Strength development in clay–fly ash geopolymer. Construction and Building Materials, 40: 566– 574.

Sukmak P, Horpibulsuk S, Shen, SL, Chindaprasirt P, Suksiripattanapong C 2013b. Factors influencing strength development in clay– fly ash geopolymer. Construction and Building Materials, 47:1125– 1136.

ASTM 2010. Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, And Plasticity Index of Soils. D4318-10.

ASTM 2015. Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate. C128

ASTM 2019. Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. C136/C136M –19.

ASTM 2019. Standard Test Methods For Laboratory Determination Of Water (Moisture) Content Of Soil And Rock By Mass. D2216-19.

Odion D, Khattak MJ, Abader M, Heim, N 2019. Soil-Geopolymer Mixtures Using Recycled Concrete Aggregates for Base and Subbase Layers. In MATEC Web of Conferences, EDP Sciences, 271: 02003

Adhikari S, Khattak MJ, Adhikari B 2020. Mechanical characteristics of Soil-RAP-Geopolymer mixtures for road base and subbase layers. International Journal of Pavement Engineering, 21(4): 483-496.

ASTM 2007, Standard Test Methods For Laboratory Compaction Characteristics Of Soil Using Standard Effort (12 400 Ft-Lbf/Ft3 (600 KN-M/M3)). D698-12e2, West Conshohocken, PA: ASTM International.

ASTM 2016. Standard test method for unconfined compressive strength of cohesive soil. D2166/D2166M-16, West Conshohocken, PA: ASTM International.

Aruntaş H 2006. Uçucu küllerin inşaat sektöründe kullanım potansiyeli. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergis, 21(1): 193-203

Provis JL, Bernal, SA 2014. Geopolymers and related alkali-activated materials. Annual Review of Materials Research, 44: 299-327.

Salem RM, Burdette EG, Jackson NM 2003. Resistance to Freezing and Thawing of Recycled Aggregate Concrete. ACI Materials Journal, 100(3): 216221.

Odion D, 2019. Soil-Geopolymer Mixtures Using Fly Ash and Recycled Concrete Aggregates (RCA) for Road Base and Subbase Layers. Doctoral dissertation, University of Louisiana at Lafayette.

Cristelo N, Glendinning S, Teixeira PA 2011. Deep soft soil improvement by alkaline activation. Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Ground Improvement, 164(2): 73-82.

Kwad NF, Abdulkareem AH, Ahmed TM 2020. The Effect of Fly Ash Based Geopolymer on the Strength of Problematic Subgrade Soil with High CaO Content. In Proceedings of the 9th International Conference on Maintenance and Rehabilitation of Pavements—Mairepav9, Springer, Cham, 76: 539-551.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Data Augmentation with GAN increases the Performance of Arrhythmia Classification for an Unbalanced Dataset

Okan Düzyel[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9123-3146*),
Mehmet Kuntalp[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3381-9026.*),

[1]Dokuz Eylül University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Izmir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: okanduzyel@gmail.com

Abstract
Due to the data shortage problem, which is one of the major problems in the field of machine learning, the accuracy level of many applications remains well below the expected. It prevents researchers from producing new artificial intelligence-based systems with the available data. This problem can be solved by generating new synthetic data with augmentation methods. In this study, new ECG signals are produced using MIT-BIH Arrhythmia Database by using Generative Adversarial Neural Networks (GAN), which is a modern data augmentation method. These generated data are used for training a machine learning system and real ECG data for testing it. The obtained results show that this way the performance of the machine learning system is increased.

Keywords: ECG, generative adversarial neural networks, data augmentation.

INTRODUCTION

In today's world, it has become easy to access data thanks to the development of advanced computers, the spread of the internet and increase in information sharing, However, data in some fields, such as medicine and biomedicine, are insufficient in number due to the lack of data sharing and the purpose of protecting personal data. Re-collecting and acquiring data via sensors is both time-consuming and costly. For such works, electronic devices should be purchased, working systems should be established and necessary permits should be obtained according to the policies. A machine learning model trained with a dataset with insufficient data and unequal sample numbers (i.e. unbalanced data) will not be able to interpret real-life data properly and will give erroneous results. This problem is one of the biggest obstacles to developing artificial intelligence-based devices. To overcome this problem, classical data augmentation methods (Hoelzemann et al., 2021) can be used. However, with these methods, the existing data is changed, and new data is not suitably produced. Although this solution works partially, it does not give us successful results when compared to real-life data. With innovative approaches such as Variational Auto Encoder (VAE) (Kingma & Welling, 2013) and Generative Adversarial Neural Networks (GAN) (Goodfellow et al., 2014), new data can be effectively synthesized. These data may have more resemblance to reality as if they were collected from real life.

With the introduction of VAE, there has been a minor revolution in data augmentation (Saldanha et al., 2022). VAE has a structure based on Auto Encoder (AE). The auto encoder compresses the input data and then tries to reconstruct it. In the meantime, it causes some data loss, but several features are formed on the middle layer, i.e. the latent space, which has the lowest number of neurons. These features may be input-related features, or they may be the information of unwanted noise at the input. For this reason, the AE features can be used for both feature extraction purposes as well as for identifying and blocking noise (Lee et al., 2021). However, there is some data loss as the part where VAE is insufficient compresses the data towards the latent space. This is reflected as blurring in images and muffled sound in audio files (Hou et al., 2017; Zhu et al., 2021)

With the announcement of the GAN, there has been a real revolution in this field. Because GAN, contrary to VAE, does not experience data loss and could synthesize much more realistic data. The working logic of GAN is based on the principle that two deep neural networks compete with each other, i.e. Generator and Discriminator networks. The Generator generates random data and sends the data it generates to the Discriminator. This network decides how similar the generated data is to the real data. If it finds the data to be unrealistic, it trains the generator's

neurons by the loss value between the real data and unreal data. As a result of this training, the data produced by the generator starts to be more realistic each time. The loss values of the Generator and Discriminator intersect at a point. This point is called the Nash equilibrium, and at this point the generator has confused the discriminator. At this moment, new data production is finished. GAN was first used in image synthesis (Goodfellow et al., 2014; Ouyang et al., 2018; Siarohin et al., 2017) and later adapted to many fields. With GAN, audio files can be synthesized (Donahue et al., 2018), as well as tabular data (Xu et al., 2019).

Many studies have been done in the literature on ECG signal synthesis with classical methods (Mukhopadhyay & Sircar, 1995; Zigel et al., n.d.). In addition to different methods, there are studies in which GAN based ECG synthesis (Delaney et al., 2019) and VAE based synthesis (Kuznetsov et al., 2020) are performed.

In this paper, ECG data from MIT-BIH Arrhythmia Database (Moody & Mark, 2001), is first generated by a GAN. Then the mathematical analysis of the synthesized data and its classification success are examined.

MATERIALS AND METHODS

The MIT-BIH Arrhythmia Database comes with two parts, which are train and test sides, and consists of five classes in total. Due to the unequal distribution of data in different classes, it is a highly unbalanced dataset. The names and sample distributions of train data (light blue) and test data (orange) are shown in Figure1 below.

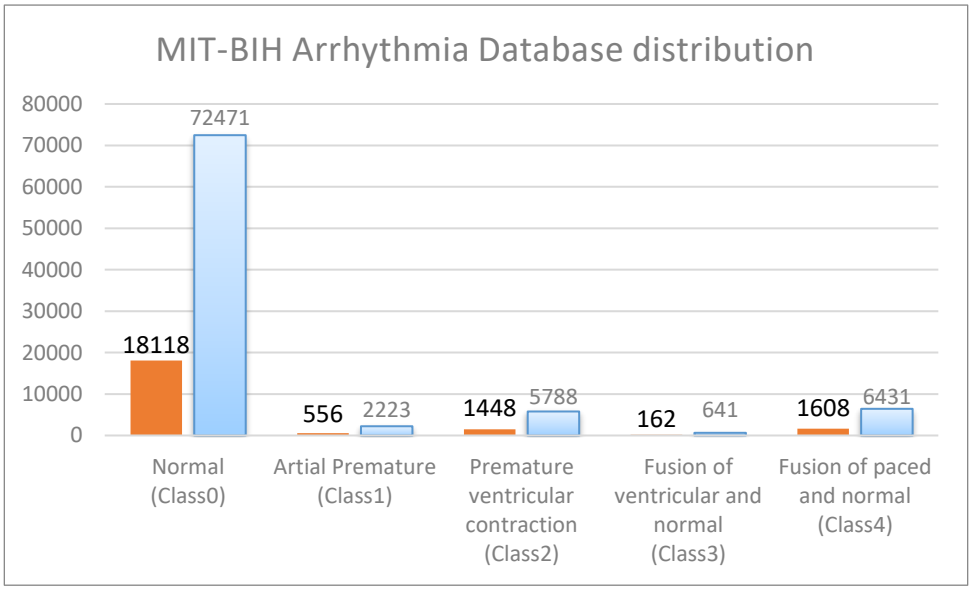


Figure 1. MIT-BIH Arrhythmia database distribution

When Figure 1 is examined carefully, the Normal (Class0) class dominates all other classes. This is a typical example of unbalanced data distribution, which is not good for machine learning models. Because the model tends to memorize data in Class 0. This causes it to be unable to successfully separate other classes from this class. A solution is to increase the number of classes that are less in number with classical data augmentation methods. These classical methods used to generate signals can be Time-shifting, Pitch scaling, Noise addition, Low/High/Band-pass filters, and Polarity inversion, but ultimately this approach does not yield successful results for every application.

We designed a GAN to augment the available ECG signals. All ECG signals in the MIT-BIH Arrhythmia Database have been digitized by taking 187 samples, and each sample is correlated with the previous sample value. This shows us that we should consider all the values in the signal and points out that we should use a memory-based model. Therefore, Long Short-Term Memory GAN (LSTM-GAN) can be used to synthesize new ECG signals. Due to its structure, LSTM does not forget previous information and tries to correlate the next values with the

previous values. In this way, information such as the rise and fall of the signal, amplitude values, frequency changes are processed. The architecture of the LSTM-GAN model used in this study is shown in Figure 2 below.

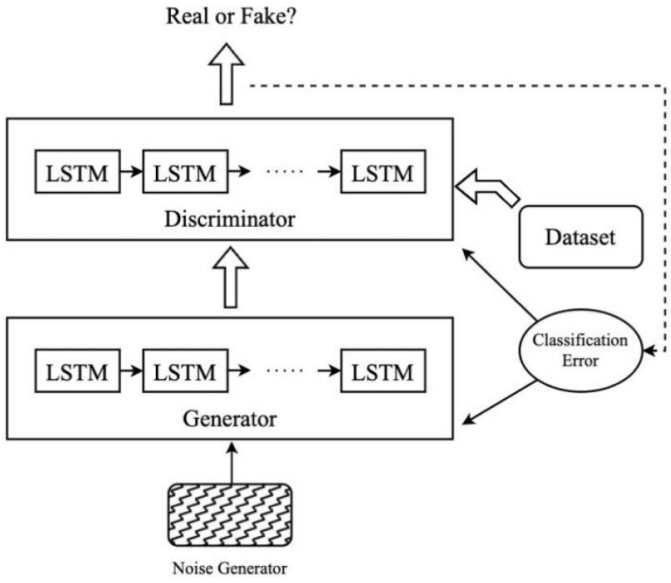


Figure 2. LSTM-GAN Architecture

Unlike other machine learning models of GAN, there are two different loss functions defined for generator and discriminator, and these functions are used coherently.

$$L_D = Error(D(x), 1) + Error\big(D\big(G(z)\big), 0\big) \quad (1)$$

$$L_G = Error\big(D\big(G(z)\big), 1\big) \quad (2)$$

$$H(p, q) = \mathbb{E}_{x\sim p(x)}[-logq(x)] \quad (3)$$

$$\min_G \max_D V(D, G) = \mathbb{E}_{x\sim p_{data}(x)}[logD(x)] + \mathbb{E}_{z\sim p_z(z)}[\log(1 - D(g(z)))] \quad (4)$$

The difference of the LSTM-GAN model from the classical GAN is that there are LSTM modules inside the Generator and Discriminator units. Apart from that, LSTM-GAN tries to decrease the loss of the Generator, increase the loss of the Discriminator and find the Nash equilibrium value between the two, just like the classical GAN. When this equation is established, new ECG signals are synthesized. Since Class0 is the largest class, there is no need to synthesize new data for this class. Moreover, the make the dataset more balanced, we eliminate uniformly some data from Class0. The following Table 1 shows the number and types of data created by GAN for all classes and final shape of train dataset in this study.

Table 1. Data Augmentation and Balancing for all classes

Class Name	Original number of train data	Added-Sub. Train Data	Final Number of Train Data	Used Method
Class 0	72471	-62471	10000	Down Sampling
Class 1	2223	+7777	10000	LSTM-GAN
Class 2	5788	+4212	10000	LSTM-GAN
Class 3	641	+9359	10000	LSTM-GAN
Class 4	6431	+3569	10000	LSTM-GAN

Now that the train dataset is balanced, it can now be used to train the machine learning model, which is used as the classifier. Since the ECG is a 1D time-domain signal, the 1D Convolutional Neural Network (1D CNN) model is preferred as the classifier. The architecture of the 1D CNN model used in this study is shown below in Figure 3.

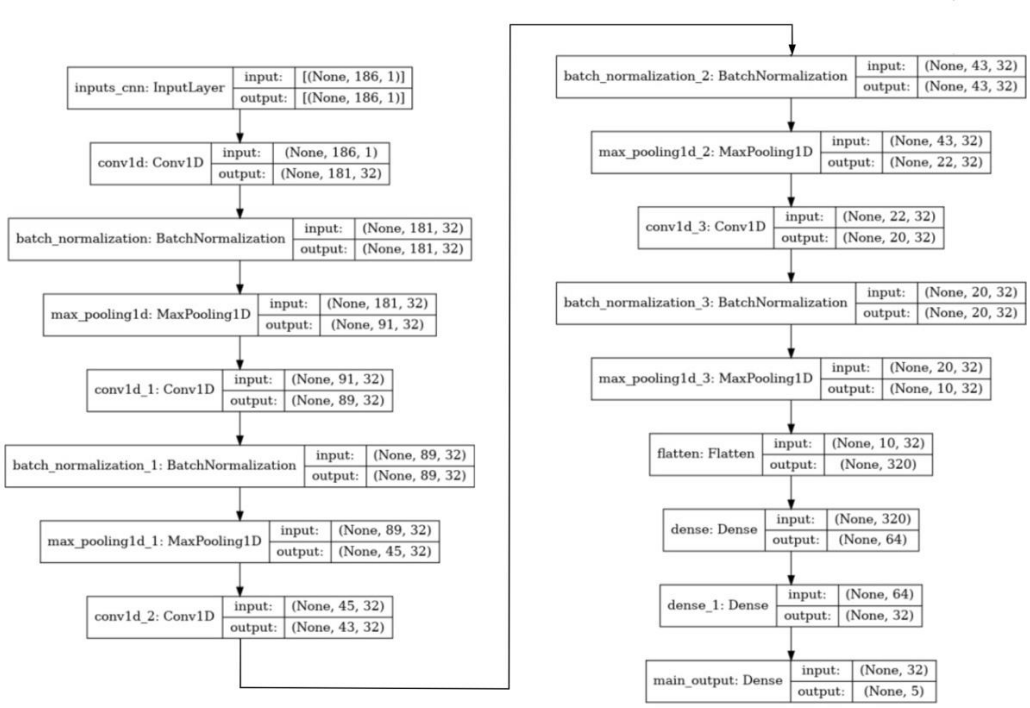


Figure 3. 1D CNN model architecture

RESULTS and DISCUSSION

In order to produce new data with LSTM-GAN, each class is augmented separately by a different GAN, each of which is optimized for generating new data especially for one class. Example of the result of these processes is given in Figure 4.

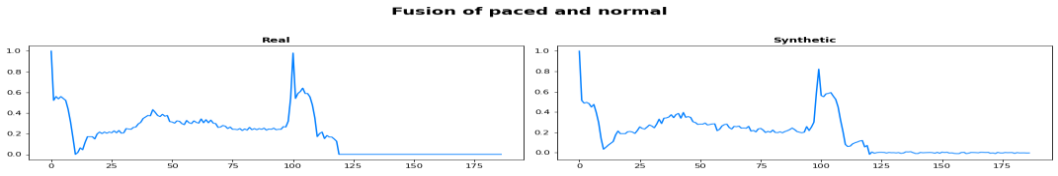


Figure 4. A sample of Real and Synthetic ECG output for Fusion of paced and normal class

Batch Size:64 and Epoch:10 was set in the experiments and the test data was not touched in both experiments. This is to make the test data distribution as if it was taken from real life. Number of test data used in classes is shown in Tables 2 and Table 3, which show the experimental results of using original unbalanced and synthetically balanced datasets.

Table 2. Classification results of original and unbalanced MIT-BIH Arrhythmia Dataset

	MCC	**Precision**	**Recall**	**F1-Score**	**Number of Test Data**
Class 0	0.42	0.34	0.99	0.51	18118
Class 1	0.56	0.93	0.44	0.59	556
Class 2	0.70	0.94	0.63	0.75	1448
Class 3	0.29	1.00	0.11	0.20	162
Class 4	0.86	0.95	0.86	0.90	1608
Accuracy				0.93	21892
Macro Avg		0.83	0.61	0.59	21892
Weighted Avg		0.45	0.93	0.56	21892

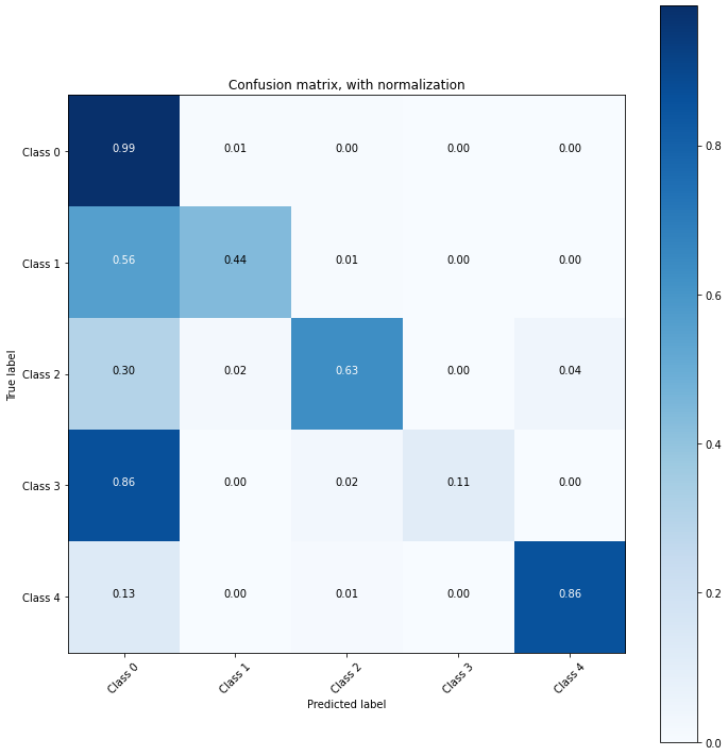


Figure 5. Confusion matrix of original and unbalanced MIT-BIH Arrhythmia Dataset

Table 3. Classification results of augmented and balanced MIT-BIH Arrhythmia Dataset

	MCC	**Precision**	**Recall**	**F1-Score**	**Number of Test Data**
Class 0	0.66	0.67	0.80	0.73	18118
Class 1	0.75	0.88	0.72	0.79	556
Class 2	0.80	0.89	0.82	0.84	1448
Class 3	0.79	0.79	0.91	0.84	162
Class 4	0.93	0.97	0.92	0.94	1608
Accuracy	-	-	-	0.83	21892
Macro Avg	-	0.84	0.83	0.83	21892
Weighted Avg	-	0.71	0.81	0.75	21892

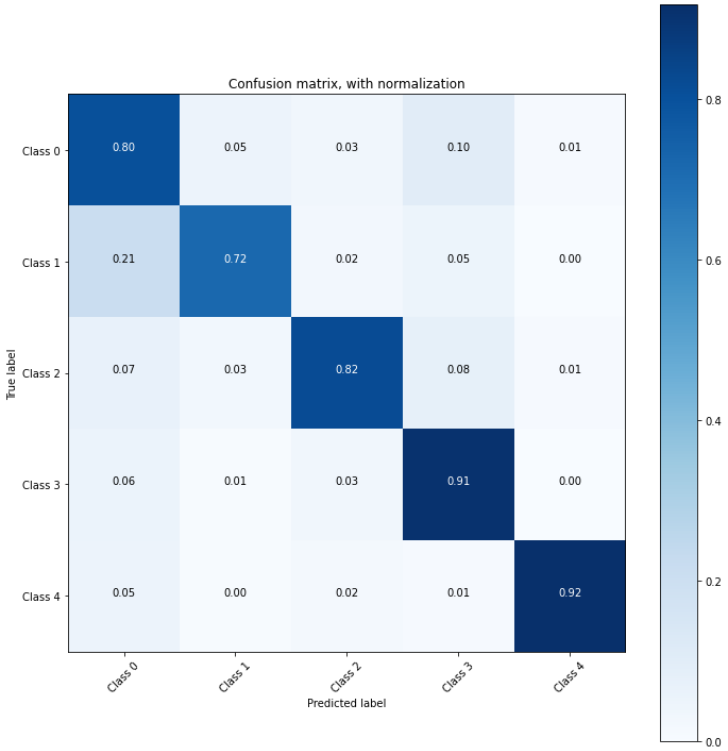


Figure 6. Confusion matrix of augmented and balanced MIT-BIH Arrhythmia Dataset

Although the Accuracy values in Table 2 seems high, especially when the Recall and F1-Score values are considered, it seems that the model failed in the classification process. In addition, when the confusion matrix in Figure 5 is examined, it can be observed that the model trained with the unbalanced dataset makes serious errors especially in Class1, Class2 and Class3. Recall and F1-Score values in Table 3 were improved when the dataset was balanced with the new data synthesized with GAN. In addition, this difference is clearly seen from the confusion matrix results in Figure 6. The reason why the accuracy value seems to decrease after the dataset is balanced is because Class0 dominates the model in unbalanced experiment, making the system appear as if it is successful. However, the separation of disease classes in the unbalanced case is unsuccessful.

CONCLUSION

As a result of this study, it is shown how the MIT-BIH Arrhythmia Dataset can be transformed from unbalanced to balanced with synthesizing new ECG signals by LSTM-GAN and then how the obtained new balanced dataset can be successfully classified using a 1D CNN architecture. The GAN based data augmentation system designed in this study can be used to create any number of synthetic but realistic data for any ECG arrhythmia studies.

REFERENCES

Delaney, A. M., Brophy, E., & Ward, T. E. (2019). *Synthesis of Realistic ECG using Generative Adversarial Networks*. http://arxiv.org/abs/1909.09150

Donahue, C., McAuley, J., & Puckette, M. (2018). *Adversarial Audio Synthesis*. http://arxiv.org/abs/1802.04208

Goodfellow, I. J., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2014). *Generative Adversarial Networks*. http://arxiv.org/abs/1406.2661

Hoelzemann, A., Sorathiya, N., & van Laerhoven, K. (2021). Data Augmentation Strategies for Human Activity Data Using Generative Adversarial Neural Networks. *2021 IEEE International Conference on Pervasive*

Computing and Communications Workshops and Other Affiliated Events (PerCom Workshops), 8–13. https://doi.org/10.1109/PerComWorkshops51409.2021.9431046

Hou, X., Shen, L., Sun, K., & Qiu, G. (2017). Deep feature consistent variational autoencoder. *Proceedings - 2017 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, WACV 2017*, 1133–1141. https://doi.org/10.1109/WACV.2017.131

Kingma, D. P., & Welling, M. (2013). *Auto-Encoding Variational Bayes*. http://arxiv.org/abs/1312.6114

Kuznetsov, V. v., Moskalenko, V. A., & Zolotykh, N. Yu. (2020). *Electrocardiogram Generation and Feature Extraction Using a Variational Autoencoder*. http://arxiv.org/abs/2002.00254

Lee, W.-H., Ozger, M., Challita, U., & Sung, K. W. (2021). Noise Learning-Based Denoising Autoencoder. *IEEE Communications Letters*, *25*(9), 2983–2987. https://doi.org/10.1109/LCOMM.2021.3091800

Moody, G. B., & Mark, R. G. (2001). The impact of the MIT-BIH Arrhythmia Database. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, *20*(3), 45–50. https://doi.org/10.1109/51.932724

Mukhopadhyay, S., & Sircar, P. (1995). ECG signal synthesis by exponential AM model. *Proceedings of the First Regional Conference, IEEE Engineering in Medicine and Biology Society and 14th Conference of the Biomedical Engineering Society of India. An International Meet*, SPC7–SPC8. https://doi.org/10.1109/RCEMBS.1995.533063

Ouyang, X., Zhang, X., Ma, D., & Agam, G. (2018). *Generating Image Sequence from Description with LSTM Conditional GAN*. http://arxiv.org/abs/1806.03027

Saldanha, J., Chakraborty, S., Patil, S., Kotecha, K., Kumar, S., & Nayyar, A. (2022). Data augmentation using Variational Autoencoders for improvement of respiratory disease classification. *PLOS ONE*, *17*(8), e0266467. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266467

Siarohin, A., Sangineto, E., Lathuiliere, S., & Sebe, N. (2017). *Deformable GANs for Pose-based Human Image Generation*. http://arxiv.org/abs/1801.00055

Xu, L., Skoularidou, M., Cuesta-Infante, A., & Veeramachaneni, K. (2019). *Modeling Tabular data using Conditional GAN*. http://arxiv.org/abs/1907.00503

Zhu, Y., Wu, Y., Latapie, H., Yang, Y., & Yan, Y. (2021). Learning Audio-Visual Correlations From Variational Cross-Modal Generation. *ICASSP 2021 - 2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 4300–4304. https://doi.org/10.1109/ICASSP39728.2021.9414296

Zigel, Y., Cohen, A., Abu-Ful, A., Wagshal, A., & Katz, A. (n.d.). Analysis by synthesis ECG signal compression. *Computers in Cardiology 1997*, 279–282. https://doi.org/10.1109/CIC.1997.647885

➢ *ORAL PRESENTATION*

FDM' nin Katılaşması Sırasında Ortaya Çıkan Enerjinin Matematiksel Olarak İncelenmesi

Korhan Ökten* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8728-8785)*

*[1]Amasya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, Amasya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: korhan.okten@amasya.edu.tr

Özet

Gerek fosil yakıt tüketimini gerek emisyon miktarlarını azaltmak, yeşil bir çevre için oldukça önem arz etmektedir. Enerji depolama sistemleri de bu amaçla yaygın olarak kullanılan sistemlerdir. Bu sistemlerin yardımı ile atık gazlardan elde edilen ısı depolanabilmekte veya yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen talep fazlası enerji depolanabilmektedir. Depolama sistemleri duyulur ve gizli ısı depolama olarak iki kısımda incelenmektedir. Gizli ısı depolamada, faz değişim malzemeleri (FDM), yüksek özgül ısı değerlerinden dolayı enerji depolama sistemlerinde tercih edilmektedir. FDM, ısı girdisine bağlı olarak erimekte ve önemli bir miktar enerjiyi depolamaktadır. Isı girdisi kesildiğinde FDM katılaşmakta ve enerjisini dışa aktararak kullanıma sunmaktadır. Literatürde FDM' nin şarj prosesi ve bu prosesin farklı sistemlerde kullanımına yönelik birçok çalışma mevcuttur. Ancak FDM' nin katılaşma rejimi ve ortaya çıkan ısı miktarı ile ilgili kısıtlı sayıda çalışma mevcuttur. Dolayısı ile bu çalışmada bir konteyner içerisinde eriyik halde bulunan FDM' nin altına yerleştirilmiş su kanalı içerisindeki suya ne kadar ısı geçişi olduğu incelenmiştir. Ayrıca katılaşma sırasında katı sıvı ara yüzeyinin davranışı belirlenmiştir. Çözüm için tek boyutlu ısı iletim denklemi ve ısıl direnç ağlarından faydalanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: FDM, Enerji Depolama, Gizli Isı, Matematiksel Model

Mathematical investigation of the energy released during the solidification of PCM

Abstract

Reducing both fossil fuel consumption and emission amounts is very important for a green environment. Energy storage systems are also commonly used systems for this purpose. With the help of these systems, heat obtained from waste gases can be stored or excess energy obtained from renewable energy sources can be stored. Storage systems are examined in two parts, sensible and latent heat storage. In latent heat storage, phase change materials (PCM) are preferred in energy storage systems due to their high specific heat values. PCM melts depending on the heat input and stores a significant amount of energy. When the heat input is cut off, the PCM solidifies and exports its energy and makes it available for use. In the literature, there are many studies on the charging process of PCM and its use in different systems. However, there are limited studies on the solidification regime of PCM and the amount of heat generated. Therefore, in this study, how much heat transferred to the water in the water channel placed under the molten PCM in a container was investigated. In addition, the behavior of the solid-liquid interface during solidification was determined. One-dimensional heat conduction equation and thermal resistance networks were used for the solution.

Keywords: PCM, Energy Storage, Latent Heat, Mathematical Modelling

1. GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üreten sistemler yaygınlaştıkça, üretilen enerjinin depolanması ile ilgili çözüm arayışlarında da önemli gelişmeler yaşanmıştır(Hekmat, Haghani, Izadpanah, Sadeghi, & Transfer, 2022). Birçok enerji depolama sistemi olmasına rağmen FDM' nin gizli ısıl enerjisi kaynaklı enerji depolama, son yıllarda yaygın olarak kullanılan ve üzerine çalışmalar yapılan yaygın bir yöntemdir. Çünkü aynı hacimde diğer malzemelere kıyasla FDM daha fazla enerjiyi absorbe edebilmektedir(Ghoneim, 1989).

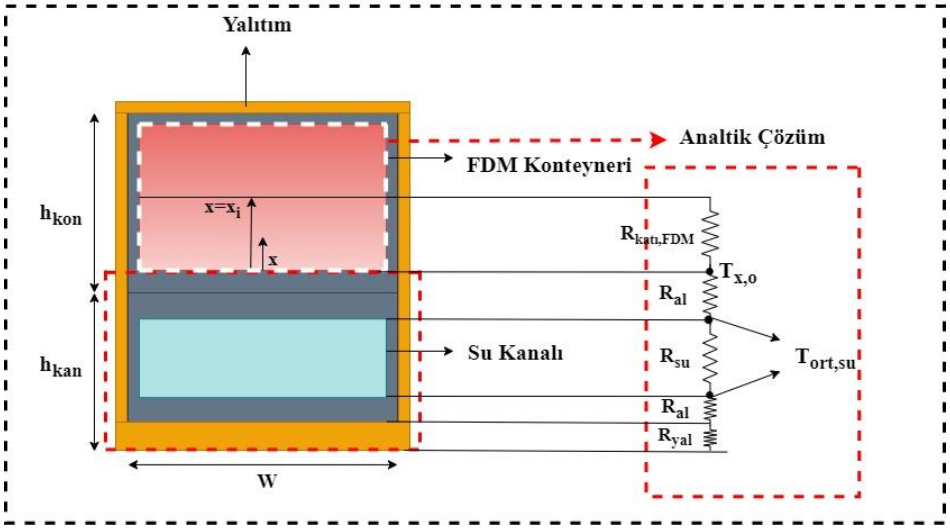
FDM malzemesinin erime prosesini konu alan birçok çalışma literatürde mevcuttur. Ancak katılaşma prosesini inceleyen çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Yapılan güncel çalışmalar incelenecek olunursa; Lipnicki ve ark. silindirik kapsül içerisindeki FDM katılaşma prosesini analitik ve deneysel olarak incelemişlerdir(Lipnicki,

Małolepszy, Gortych, Grabas, & Transfer, 2022). Afsharpanah ve ark. silindirik soğuk depolama tankında FDM' nin katılaşma prosesini nümerik olarak incelemişlerdir(Afsharpanah, Izadi, Hamedani, Ajarostaghi, & Yaïci, 2022). Soodmand ve ark. üçgen, dikdörtgen ve silindirik yapıdaki FDM bölgelerinde katılaşma prosesini nümerik olarak incelemişlerdir (Soodmand, Nejatbakhsh, Pourpasha, Aghdasinia, & Heris, 2022). Chaichan ve ark. güneş panelinin altına bağlanan FDM konteynerinin erime ve katılaşma prosesini deneysel olarak incelemişleridir (Chaichan, Kazem, Al-Waeli, & Sopian, 2021). Bir çok çalışmada da FDM konteyneri çevresine kanatçıklar koyularak ısı iletimi artırılması hedeflenmiştir(Nie, Deng, & Liu, 2020; Yao & Huang, 2021).

Bu çalışmada ise FDM konteynerinin katılaşması sırasında ortaya çıkan ısı konteyner tabanından geçirilen su yardımıyla absorbe edilme prosesi modellenmiştir. Modelleme tamamen 1-B matematiksel ifadeler ile gerçekleştirilmiştir. Son olarak elde edilen model yardımı ile parametrik analiz gerçekleştirilmiştir. Parametrik analiz çıktıları olarak su kanalı uzunluğu, suyun giriş sıcaklığı ve debisi seçilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Şekil 1' de görülen, tamamıyla erimiş FDM' nin alt kısmından su geçirilerek FDM' nin katılaşma prosesi modellenmiştir. Bunun için içerisinde FDM bulunan bir konteyner ve altında, içerisinden su geçen bir kanal kullanılmıştır. Erime prosesinin incelenmesi, suya geçen ısının belirlenmesi ve buna bağlı olarak suyun çıkış sıcaklığının hesaplanabilmesi için 1-B matematiksel model kullanılmıştır. Şekil 1' de görüldüğü gibi sistem çözümlemesi için iki farklı kontrol hacmi seçilmiştir. İlk olarak FDM konteyneri kontrol hacmi olarak seçilmiş ve analitik olarak çözümlenmiş, ikinci olarak su kanalı kontrol hacmi olarak seçilmiştir ve 1-B ısıl direnç ağları yardımı ile çözümlenmiştir.



Şekil 1. Sistem tasarımı ve matematiksel modeli

Matematiksel modele geçmeden önce, Tablo 1' de, seçilen FDM malzemesinin termofiziksel özellikleri görülmektedir. Bu çalışmada ısıl ilekenliği yüksek olan tuz bazlı $CaCl_2$-H_2O malzemesi FDM olarak seçilmiştir.

Tablo 1. FDM malzemesi termofiziksel özellikleri(Díaz, Moraga, Cabrales, & Management, 2022)

Özellik	Değer
$\rho_{s,FDM}$ (kg/m^3)	1560
$\rho_{k,FDM}$ (kg/m^3)	1710
$k_{k,FDM}$ (W/mK)	1.08
$k_{s,FDM}$ (W/mK)	0.56
L_{FDM} (kJ/kgK)	191
$c_{s,FDM}$ (kJ/kgK)	2.1
$c_{k,FDM}$ (kJ/kgK)	1.4

Tablo 2' de ise FDM konteyneri ve su kanalının geometrik ölçüleri ve ısıl iletkenlikleri görülmektedir.

Tablo 2. Sistemin geometrik ölçüleri ve ısıl iletkenlikleri

Özellik	Değer
h_{kon} (m)	0.1
h_{kan} (m)	0.005
W (m)	0.05
h_{yal} (m)	0.03
k_{yal} (W/mK)	0.005
h_{al} (m)	0.003
k_{al} (W/mK)	211

Öncelikle FDM konteynerinin matematiksel modeli incelenecek olunursa; Fiziksel olarak, FDM konteyneri ve su kanalının çevresi tamamıyla yalıtımlı olduğundan, FDM' nin erimesi sırasında sadece su kanalı içerindeki suya ısı geçişi olacaktır. Suya ısı geçişi ile birlikte, başlangıçta tamamı ile sıvı fazda ve erime sıcaklığında bulunan FDM katılaşacaktır. Dolayısı ile oluşturulan model her iki fazın sıcaklık dağılımını ve fazlar arasındaki geçiş sınırının hareketini içerir olmalıdır. Bu modeli fiziksel olarak tanımlamak adına 1-B ısı iletim denklemi Eş.1' de görüldüğü gibi kullanılmıştır. Eriyik FDM' nin içerisinde meydana gelen konveksiyon etkileri ihmal edilmiştir. Katı hal için ısı iletim denklemi ve sınır koşulları Eş. 1 de görüldüğü gibidir.

$$\frac{\partial^2 T_k}{\partial x^2} = 0 \tag{1}$$

$$x = 0, \quad T_k = T_{x,o} \tag{1a}$$

$$x = x_i, \quad T_k = T_e \tag{1b}$$

Yukarıda görüldüğü gibi denklem çözümü için iki adet sınır koşulu kullanılmıştır. Bu sınır koşullarının ilkinde x=0 noktasında sıcaklığın $T_{x,o}$ olduğu, ikincisinde ise katı sıvı ara yüzeyinde ($x=x_i$) de sıcaklığın erime sıcaklığında olduğu kabulü yapılmıştır. Eş. 1' in sınır koşulları yardımı ile çözülmesi sonucunda Eş. 2 elde edilmiştir.

$$T_k(x) = \left(\frac{T_e + T_{xo}}{x_i} \right) x - T_{xo} \quad (2)$$

İkinci olarak sıvı faz için korunum denklemi ve sınır koşulları Eş. 3' te görüldüğü gibi modellenmiştir. Eş. 3a' da görülen sınır koşlunda konteynerin üst yüzeyinde ($x=h_{kon}$) yalıtım sınır şartı kullanıldığı görülmektedir. Eş. 3b' de ise katı sıvı ara üzeyinde ($x=x_i$) sıcaklığın erime sıcaklığında olduğu düşünülmüştür.

$$\frac{\partial^2 T_s}{\partial x^2} = 0 \quad (3)$$

$$x = h_{kon}, \quad \frac{\partial T_s}{\partial x} = 0 \quad (3a)$$

$$x = x_i, \quad T_s = T_e \quad (3b)$$

Eş. 3' ün sınır şartları yardımı ile çözümü Eş. 4' te görüldüğü gibi elde edilmiştir.

$$T_s = T_e \quad (4)$$

Katı ve sıvı faz için sıcaklık dağılımlarının elde edilmesinin ardından katı-sıvı ara yüzeyinin (x_i) zamana bağlı değişiminin belirlenmesi için Eş. 5' te görülen sınır koşulu kullanılmıştır(Jiji & Gaye, 2006).

$$k_k \frac{\partial T_k(x_i,t)}{\partial x} - k_s \frac{\partial T_s(x_i,t)}{\partial x} = \rho_s L_{kat} \frac{dx_i}{dt}, \quad x_i(0) = 0 \quad (5)$$

Eş.2 ve Eş.4' te görülen katı ve sıvı sıcaklık dağılımını gösteren ifadeler, Eş. 5' te yerine yazılırsa Eş. 6 elde edilir.

$$x_i = \sqrt{\frac{2tk_k\left(T_e - T_{xo}\right)}{\rho_{s,FDM} L_{FDM}}} \quad (6)$$

Çözüm elde edilebilmesi için FDM konteyneri içerisine geçen ısı ($\dot{Q}_{su}$) ile yüzey sıcaklığı (T_{xo}) arasında bir bağıntıya daha ihtiyaç vardır. Bu yüzden ısıl direnç ağı kullanılarak Eş. 7 elde edilmiştir.

$$\dot{Q}_{su} = \frac{T_e - T_{xo}}{R_{k,FDM}} \quad (7)$$

Eşitlik 7' de görülen katı fazdaki FDM içerisindeki ısı transferi kaynaklı ısıl direnç ifadesi aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$R_{katı,FDM} = \frac{x_i}{k_{k,FDM} A} \quad (8)$$

FDM konteyneri ısıl modelinin oluşturulmasının ardından su kanalının ısıl modeli oluşturulmuştur. Daha önce belirtildiği gibi su kanalı ısıl modelinin oluştrulabilmesi için Şek. 1' de görülen bileşenlerin ısıl dirençlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Aşağıda her bir bileşenin ısıl dirençleri görülmektedir.

$$R_{al} = \frac{h_{al}}{k_{al} A} \quad (9)$$

$$R_{yal} = \frac{h_{yal}}{k_{yal} A} \tag{10}$$

$$R_{su} = \frac{1}{h_{su} A} \tag{11}$$

Eş. 9, Eş. 10 ve Eş. 11' de görülen h_{al}, h_{yal} ve k_{al}, k_{yal} ifadeleri Tablo 2' de görülmektedir. Bu denklemlerde yalnızca su içerisindeki ısı transfer katsayısı olan h_{su} ifadesi bilinmemektedir. Dolayısıya bu ifade aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Nusselt sayısının tanımı Eş. 12' deki gibidir.

$$Nusselt = \frac{h_{su} D_h}{k_{su}} \tag{12}$$

h_{su} ifadesinin hesaplanabilmesi için kanal içi su akışındaki Nusselt sayısı kolerasyonu laminar akış için Eş. 13' teki gibi hesaplanmaktadır(Qu, Hong, Su, Tang, & Jin, 2018).

$$Nusselt = 3.66 + \frac{\left(0.049 + \left(\frac{0.02}{Pr_{su}}\right)\right)\left(\left(\frac{RePr_{su} D_h}{h_{al}}\right)^{1.12}\right)}{1 + 0.065\left(\frac{RePr_{su} D_h}{h_{al}}\right)^{0.7}} \tag{13}$$

$$Re = \frac{\rho_{su} V_{su} D_h}{\mu_{su}} \tag{14}$$

Hesaplanan Nusselt sayıları Eş. 12' de yerine yazılırsa suyun ısı transfer katsayısı belirlenebilmektedir. Suyun diğer özellikleri, sıcaklığına bağlı olarak EES programı yardımı ile hesaplanmıştır. Aşağıda ise termal dirençler yardımı ile oluşturulmuş enerji denklikleri görülmektedir.

$$\dot{Q}_{su} = \frac{T_{xo} - T_{su,ort}}{R_{al} + R_{su}} \tag{15}$$

Eş. 15' te görülen $T_{su,ort}$, kanal giriş ve çıkış sıcaklıklarının ortalaması olarak alınmıştır. $\dot{Q}_{su}$ ifadesi Eş. 16' daki gibi ifade edilebilir.

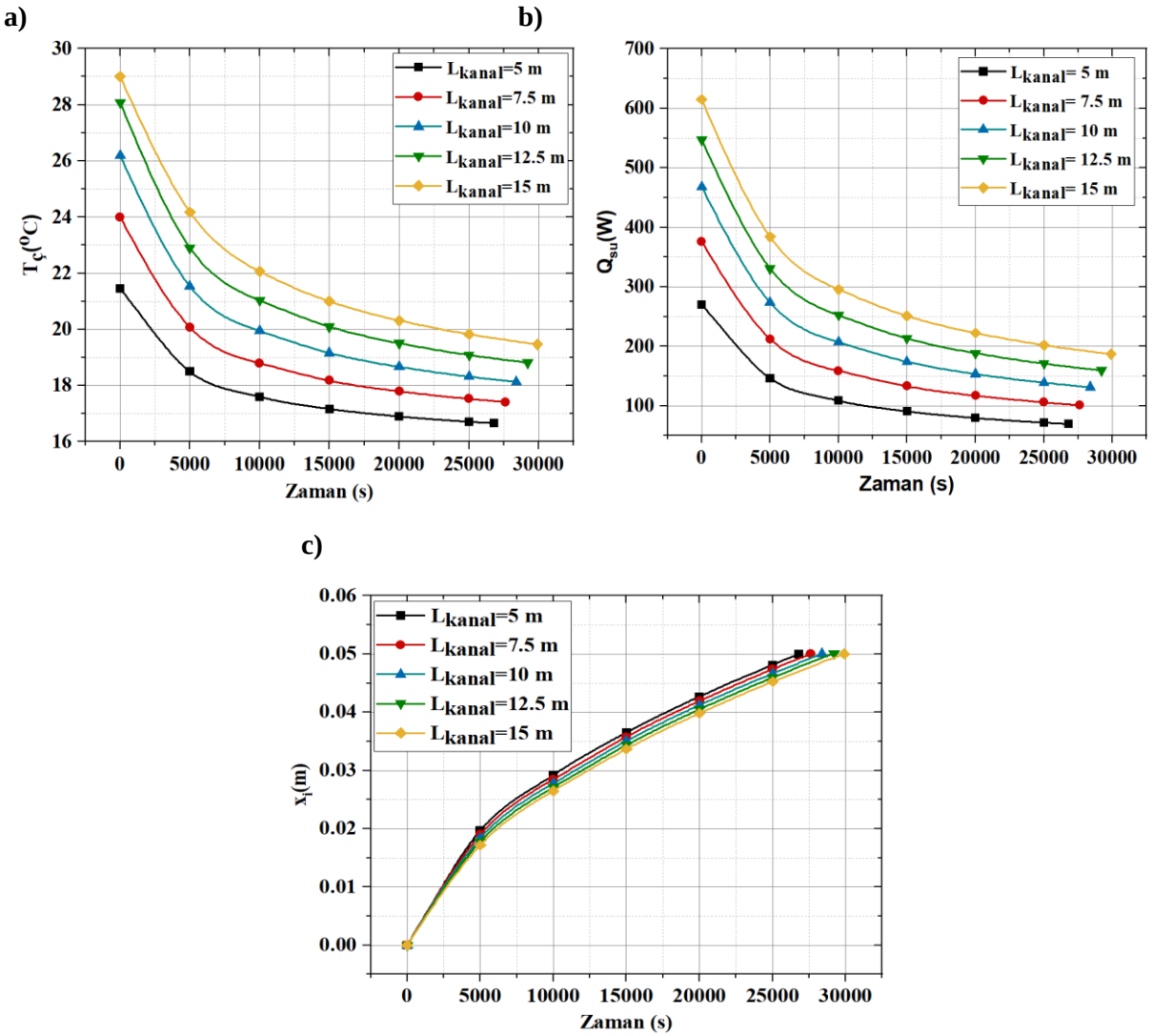
$$\dot{Q}_{su} = \dot{m}_{su} c_{su} (T_g - T_ç) \tag{16}$$

Tüm bu eşitlikler yardımı ile kanal giriş ve çıkış suyu sıcaklıkları, su kanalına geçen ısı miktarı, FDM konteyneri içerisindeki FDM' nin erime karakteristiği ve sıcaklık dağılımı hesaplanabilmektedir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

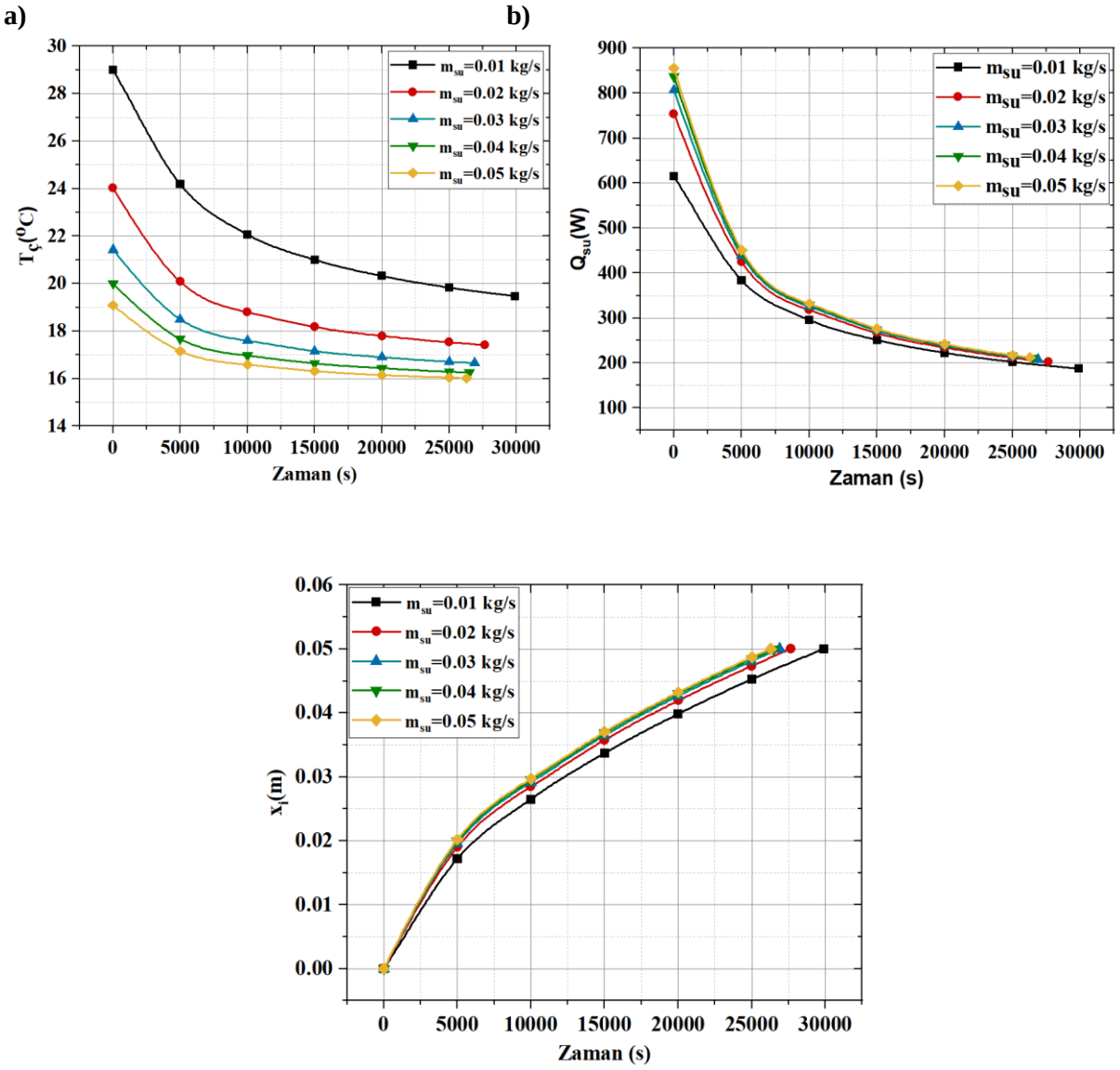
Matematiksel modelin oluşturulmasının ardından sistem parametrelerinin değişiminin, sistem çıktılarına etkileri incelenmiştir. Girdi olarak kanal uzunluğu, kanal içerisine giren suyun debisi ve sıcaklığı kullanılmıştır. İlk olarak Şekil 2' de görüldüğü gibi kanal uzunluğunun dolayısı ile ısı transfer alanının artışının, suyun çıkış sıcaklığına, ısı transferine ve FDM erime sürecine etkileri incelenmiştir. İncelemeler sırasında kanal giriş sıcaklığı 15 ^{o}C ve kanal giriş debisi 0.01 kg/s alınmıştır. Şekil 2 incelendiğinde kanal uzunluğunun artışı ısı transfer hızını artırmış ve buna bağlı olarak suya geçen ısı ve suyun kanaldan çıkış sıcaklığı artış göstermiştir. Tüm parametrik çıktılar, FDM malzemesi tamamen katılaşana kadar incelenmiştir. Buradan hareket ile Şekil 2' de katılaşma sürecinin ortalama 8 saat sürdüğü görülmektedir.

Öncelikli olarak Şekil 2a incelendiğinde, kanal uzunluğunun artışına bağlı olarak çıkış sıcaklıklarının ortalama 1°C arttığı gözelemlenmiştir. Buna göre başlangıç anında kanal uzunluğuna bağlı olarak 29-21 ^{o}C aralığında iken sürecin sonunda sıcaklıklar 20-17 ^{o}C aralığına düştüğü görülmüştür. Kanal içerisine geçen ısı miktarı ise çıkış sıcaklığına benzer bir davranış göstermiş ve katılaşma sürecinin sonunda ısı transferi miktarı yaklaşık 3 kat azalmıştır. Katı-sıvı ara yüzeyi incelendiğinde ise zamana bağlı olarak katılaşma hızının düştüğü görülmektedir ve kanal uzunluğunun artışına bağlı olarak katılaşma hızının azaladığı görülmüştür.



Şekil 2. Kanal uzunluğuna bağlı olarak a) suyun çıkış sıcaklığı b) suya geçen ısı miktarı c) erime karekteristiği

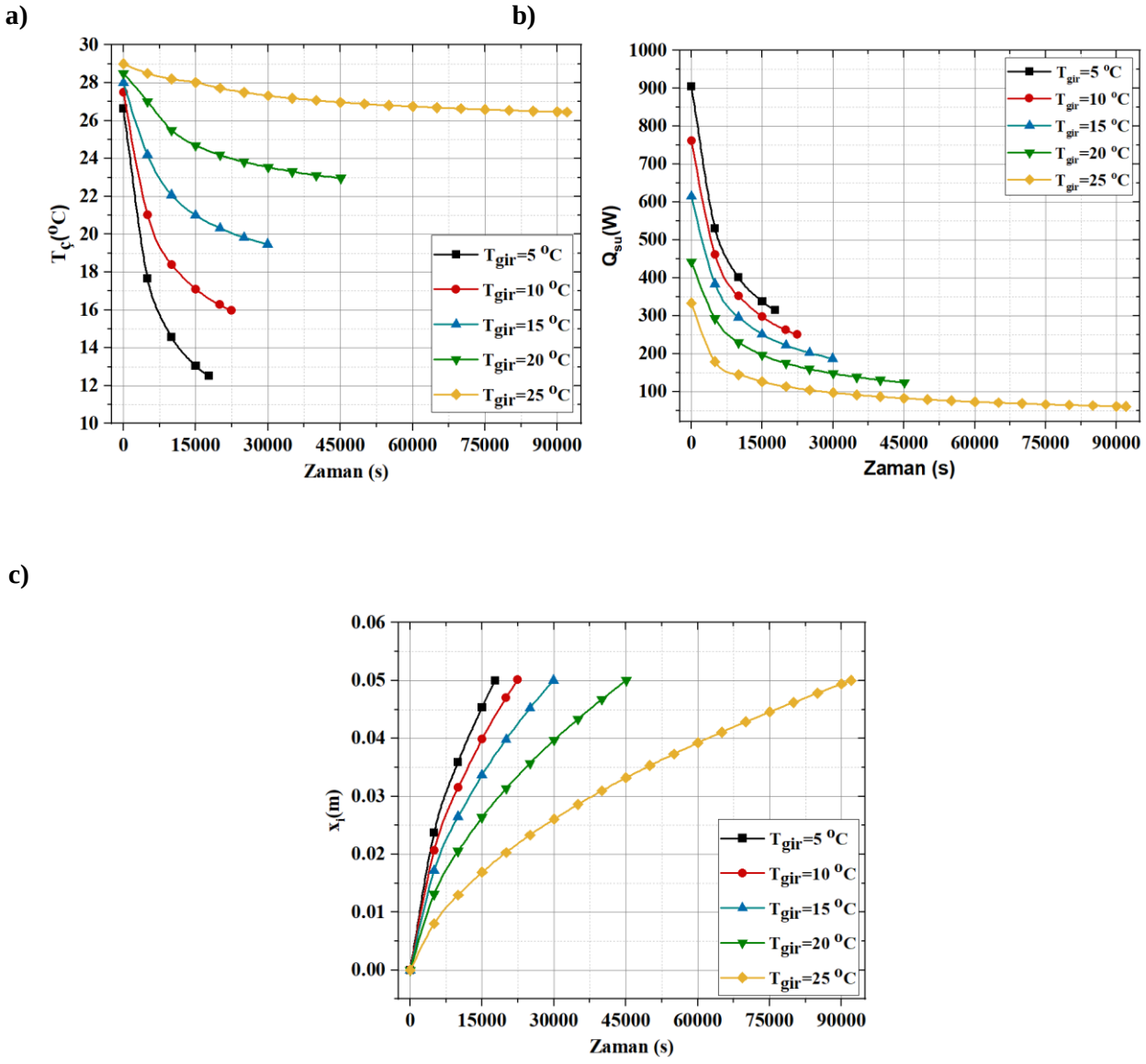
Şekil 3' te kanal içerisine giren suyun debisine bağlı olarak sistem çıktıları incelenmiştir. Bu inceleme için giriş sıcaklığı 15 ºC ve konteyner uzunluğu 15 m olarak alınmıştır. Sonuçlar debi düşüşüne bağlı olarak çıkış sıcaklıklarının arttığını göstermiştir. Debi değerleri 0.03 kg/s ile 0.05 kg/s aralığında ise çıkış sıcaklıklarının birbirine çok yakın olduğu saptanmıştır. Katılaşma süreci başında çıkış sıcaklıkları incelendiğinde debi değişimine bağlı olarak 29-19 ºC aralığında değiştiği, sürecin sonunda ise bu değerler 19-16 ºC aralığında olduğu belirlenmiştir. Su içerisine geçen ısı miktarı incelendiğinde ise debi artışı ile ters orantılı olduğu görülmektedir. Çıkış sıcaklığı ile ısı transferi arasındaki ters orantının sebebi düşük debilerde, Eş. 16' dan hareketle direkt olarak çıkış sıcaklığını artırmaktadır. Erime karekteristiği incelendiğinde ise Şekil 2c ile benzer bir karekteristik göstermekle beraber düşük debilerde FDM' den çekilen ısı düştüğünden erime hızıda düşüş göstermiştir. Bununla birlikte ortalama katılaşma süresinin 7.5 saat seviyesinde olacağı belirlenmiştir.



Şekil 3. Su debisine bağlı olarak a) suyun çıkış sıcaklığı b) suya geçen ısı miktarı c) erime karekteristiği

Şekil 4' te kanal içerisine giren suyun sıcaklığına bağlı olarak sistem çıktıları görülmektedir. Bu inceleme için su debisi 0.01 kg/s ve konteyner uzunluğu 15 m olarak alınmıştır. Şekil 4a' da su çıkış sıcaklıklarına bakıldığında en yüksek çıkış sıcaklığı, 25 ºC giriş sıcaklığı için elde edilsede en çok sıcaklık artışı 5 ºC için görülmektedir. Dolayısı ile doğru kıyaslama yapabilmek için suya geçen ısı miktarı daha önemli bir parametredir. Şekil 4b incelendiğinde giriş sıcaklığının düşüşüne bağlı olarak çekilen ısı miktarı önemli ölçüde artmıştır. Bunun yanında yüksek giriş

sıcaklığında katılaşmanın oldukça yavaş gerçekleştiği saptanmıştır. 25 ºC giriş sıcaklığı için katılaşma süresi 25 saate kadar uzamıştır. Diğer giriş sıcaklıklarında ise düşüşe bağlı olarak katılaşma süresi 4 saat civarında azalmıştır.



Şekil 4. Su giriş sıcaklığına bağlı olarak a) suyun çıkış sıcaklığı b) suya geçen ısı miktarı c) erime karekteristiği

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada FDM' nin gizli enerjisinden faydalanılarak sıcak su eldesi matematiksel olarak modellenmiştir. Model, FDM konteyneri ve altında bir su kanalından oluştrulmuştur. 1-B matematiksel model olarak ısı iletim denklemi ve ısıl direnç ağları kullanılmıştır. Oluşturulan matematiksel model sonucunda sistem çıktıları; kanal uzunluğu, su giriş sıcaklığı ve debisine bağlı olarak incelenmiştir. İnceleme sonucunda elde edilen bulgular aşağıda belirtilmiştir.

1. Kanal uzunluğu artışı suyun çıkış sıcaklığını ve çekilen ısı miktarını önemli ölçüde artırmıştır.
2. Su debisi artışı çıkış sıcaklığını düşürse de daha fazla ısı çekilmesine neden olmuştur.
3. Giriş sıcaklığı artışına bağlı olarak çıkış sıcaklığı artsa da, düşük sıcaklıklarda daha fazla ısı çekilmekte ve daha yüksek sıcaklık artışı görülmüştür.

Simgeler

A	Alan, m^2	Q	Enerji, J
c_p	Özgül ısı,J/kgK	V	Hız, m/s
D_h	Hidrolik çap, m	W	work, W
h_{su}	Isı transfer katsayısı, W/m^2K	***Greek symbols***	
h	Yükseklik, m	ρ	Öz kütle, kg/m^3
k	Termal iletkenlik,W/mK	***Alt simgeler***	
L	Uzunluk,m	al	Alüminyum
L_{kat}	Faz değişim enerjisi, kJ	ç	çıkan
$\dot{m}$	Debi,kg/s	e	Erime
Nusselt	Nusselt sayısı	FDM	Faz değişim malzemesi
Pr	Prandtl sayısı	g	giren
Re	Reynolds sayısı	k	katı
R	Termal direnç,m^2K/W	su	su
T	Sıcaklık,^oC	yal	yalıtım
t	Zaman,s	x,o	x=0 noktası
x	x ekseni,m		
x_i	Katı-sıvı ara yüzeyi,m		

KAYNAKLAR

Afsharpanah, F., Izadi, M., Hamedani, F. A., Ajarostaghi, S. S. M., & Yaïci, W. J. C. S. i. T. E. (2022). Solidification of nano-enhanced PCM-porous composites in a cylindrical cold thermal energy storage enclosure. *39*, 102421.

Chaichan, M. T., Kazem, H. A., Al-Waeli, A. H., & Sopian, K. J. S. E. (2021). Controlling the melting and solidification points temperature of PCMs on the performance and economic return of the water-cooled photovoltaic thermal system. *224*, 1344-1357.

Díaz, F. A., Moraga, N. O., Cabrales, R. C. J. E. C., & Management. (2022). Computational modeling of a PV-PCM passive cooling system during a day–night cycle at arid and semi-arid climate zones. *270*, 116202.

Ghoneim, A. J. S. E. (1989). Comparison of theoretical models of phase-change and sensible heat storage for air and water-based solar heating systems. *42*(3), 209-220.

Hekmat, M. H., Haghani, M. H. K., Izadpanah, E., Sadeghi, H. J. I. C. i. H., & Transfer, M. (2022). The influence of energy storage container geometry on the melting and solidification of PCM. *137*, 106237.

Jiji, L. M., & Gaye, S. J. (2006). Analysis of solidification and melting of PCM with energy generation. *Applied thermal engineering*, *26*(5-6), 568-575.

Lipnicki, Z., Małolepszy, T., Gortych, M., Grabas, P. J. I. C. i. H., & Transfer, M. (2022). Simple analitycal and experimental method of solidification PCM material inside a spherical capsule. *135*, 106083.

Nie, C., Deng, S., & Liu, J. J. J. o. E. S. (2020). Effects of fins arrangement and parameters on the consecutive melting and solidification of PCM in a latent heat storage unit. *29*, 101319.

Qu, W., Hong, H., Su, B., Tang, S., & Jin, H. J. A. e. (2018). A concentrating photovoltaic/Kalina cycle coupled with absorption chiller. *224*, 481-493.

Soodmand, A. M., Nejatbakhsh, S., Pourpasha, H., Aghdasinia, H., & Heris, S. Z. J. A. E. J. (2022). Simulation of melting and solidification process of polyethylene glycol 1500 as a PCM in rectangular, triangular, and cylindrical enclosures. *61*(11), 8431-8456.

Yao, S., & Huang, X. J. E. (2021). Study on solidification performance of PCM by longitudinal triangular fins in a triplex-tube thermal energy storage system. *227*, 120527.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Effect of 10% Portland limestone cement powder on the morphological properties of X12Cr13 martensitic stainless steels

Ayşe Nur Acar[1*] (*0000-0001-7208-1530.*), Doğan Kaya[2] (*0000-0002-6313-7501*),
Abdul Kadir Ekşi[3] (*0000-0003-2227—8006*), Ahmet Ekicibil[2] (*0000-0003-3071-0444)*

[*1]Çukurova University, Faculty of Ceyhan Engineering, Department of Mechanical Engineering, Adana, Türkiye,
[2]Çukurova University, Faculty of Arts and Sciences, Department Of Physics, Adana, Türkiye
[3]Çukurova University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Adana, Türkiye,

*Corresponding author e-mail: anacar@cu.edu.tr

Abstract

Portland cement is a structural product obtained as a consequence of grinding the material called 'clinker', which is formed by the firing of the mixture of limestone and clay, with a very small amount of gypsum. The utilization of Portland-limestone cement (PLC) provides technical, economic and environmental (for example, reduction of CO_2 emissions, *etc*.) advantages. According to European Standard EN 197-1, PLC has two types consisting of 6-20% limestone (type II/A-L) and 21-35% limestone (type II/B-L). In this study, the effect of PLC (type II/A-L) on the morphological and structural properties of X12Cr13 martensitic stainless steel has been investigated. Homogeneous mixture was formed by mixing martensitic stainless steel with 10% (wt) PLC powders, this homogeneous mixture was pressed under 12-ton pressure, and then, heat treatment was performed at 1250 °C temperature for 2 hours. The physical property of this composite material such as hardness measurement, morphological and microstructural properties of this composite material were examined via optical microscopy, scanning electron microscopy images and energy dispersive x-ray spectroscopy spectrums. The results showed that fluffy and small virgulate structures in the microstructure of this composite material were observed. It was determined that the phases formed by mainly aluminum, silicon, oxygen, chromium and iron are common in these structures Also, the crystal structure of this material was determined with X-ray diffraction. It was observed that phase transformation and phases occurred between PLC and martensitic stainless steel. Mainly phases are recorded as calcite, alite, belite and α-Fe phases and austenite- martensite phase transformation also occurred.

Key Words: Portland-limestone cement, martensitic stainless steel, morphological property, powder metallurgy, phase transformation.

1.INTRODUCTION

With ongoing of ındustrilization and urbanization, Portland cement is attracted a great deal of attention due to importance and comprehensive cement like binder [1]. This cement powder is a constructional product and acquired by milling of 'clinker' material which is occurred from fired limestone, clay and with a small amount of gypsum [2, 3].Widely, there are four types of Portland cement powder as Portland Puzzolan Cement (PPC), Portland Slag Cement(PSG), Portland Composite Cement(PCC) and Portland Limestone Cement(PLC). In these types of cement, clinker is replaced by other subsidiary materials such as limestone, slag *etc*.With decreasing of clinker content in cement, it is cause to reducing of greenhouse gas emission resulting from calcination of limestone, throghout formation of clinker[4]. Applying of PLCs as constructional materials is resulted to lower energy consumption and reduce carbon footprint in concrete products in addition to reduce carbondioxide emission, due to including of clinker and uncalcined limestone ($CaCO_3$) [5-8]. For researchers, usage and applying of this cement powder are attracted attention due to these properties. PLCs have two types as CEMII/A-L(6-20% of limestone fillers) and CEMII/B-L (21-35% limestone), according to European Standard EN197-1[9]. In this study, the influence of PLC (type II/A-L) on the morphological and structural properties of X12Cr13 martensitic stainless steel (MSS),which is low carbon and high alloy steel and used on the widely industrial areas(automotive, medical, structural *etc*.), has been investigated.

2.MATERIAL AND METHOD

The chemical composition of X12Cr13 martensitic stainless steel (MSS) powder obtained from Shi Jia Zhuang Daye Powder Factory in China was given as 13.3% Cr, 0.83% Si, 0.83% Mn, 0.041% C, 0.02% P, 0.02% S and in balance Fe and the chemical composition of Portland limestone cement (PLC) powder acquired from Çimsa Super Bims ®-CEM II/A-L 42,5 Portland limestone cement was given as 12.14% (±0.15) SiO_2, 2.54% (±0.05) Al_2O_3, 2.73% (±0.03) Fe_2O_3, 0.27% (±0.01) TiO_2, 58.95% (±0.33) CaO, 0.00% (±4.78) MgO, 0.00% (±0.02) Na_2O, 1.00% (±0.02) K_2O and 22.37% (±1.57) other substances. PLC powder was dehydrated in an oven at 750 °C temperature for 2 hours before it mixed with stainless steel powder [10]. X12Cr13 MSS was blended with 10% (wt) of this dehydrated PLC powder and a homogeneous mixture was acquired. This homogeneous mixture was pressed under 12-ton pressure and then pressed sample tempered at 600 and 900°C temperatures for 30 min to remove oxide, distribute uniform temperature in the furnace [11, 12] and sintered at 1250 °C temperature for 2 hours. The physical, microstructural and morphological properties of this composite material were examined. The hardness measurement of this composite material was investigated by Brinell Hardness test with DigiRock Blue Hardness Tester with a ball diameter of 2.5 mm and ball load of 31.25 N.(ASTM10). The microstructural and morphological properties of this material were analysed optic microscopy(OM) with Nikon Eclipse MA100 device, Scanning Electron Microscopy(SEM) images and Energy Dispersive Spectrometry(EDS)spectrum, which is auxiliary device of SEM, with FEI Quanta 650 Field Emission SEM device. The crystal structure and directions of this sample were performed using PANalytical Empyrean X-ray diffraction (XRD) with degree of 20-90° tube voltage of 45 kV, tube current of 40 mA and scanning rate of 0.013°/min, anode material of Cu-$K\alpha$ (λ=1.54 Å).

3.RESULTS AND DISCUSSION

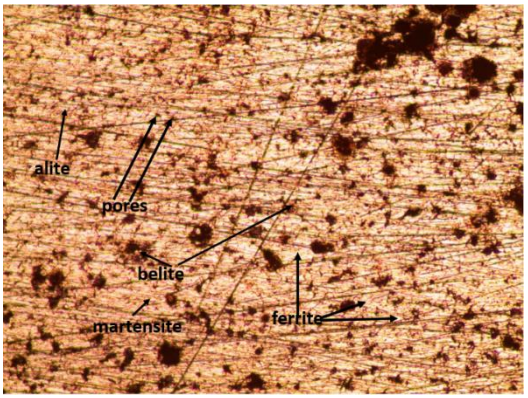


Figure 1. The OM image of X12Cr13MSS blending with 10 wt% PLC powder sample (50X magnification).

Figure 1 shows OM image of X12Cr13 MSS blending with 10 wt% PLC powder sample. Light and dark regions were referred as ferritic and martensite phases, respectively. Also, pores, alite ($3CaO.SiO_2$),belite ($2CaO.SiO_2$) phases are clearly seen [13].OM image of this composite material heterogeneous structure of this sample. Alite phase includes of aluminate and grained ferrite phases [13].The Brinell hardness value of this composite material sample calculated as 101.396 HB.

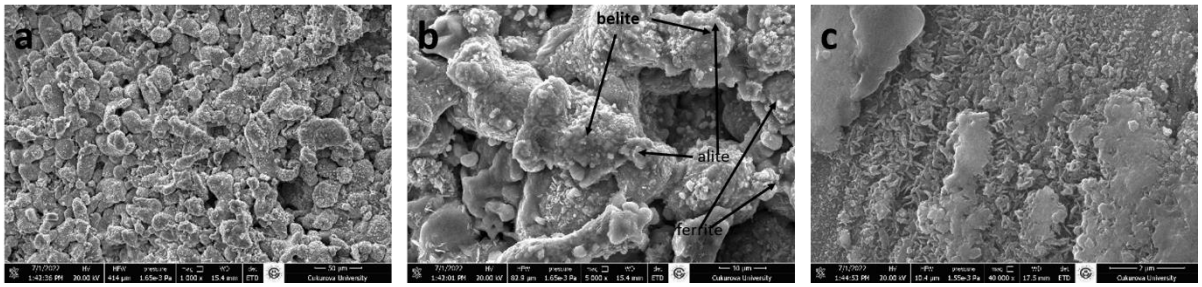


Figure 2. The SEM images of X12Cr13 MSS blending with 10 wt% PLC powder sample ((a) 1 000x, (b) 5 000x and (c) 40 000x magnification).

Figure 2 presents the SEM images of X12Cr13 MSS blending with 10 wt% PLC powder sample at 1 000x (a), 5 000x (b) and 40 000x (c) magnifications. SEM images of this sample presented large irregular segregates. These are clear on the Figures 2 (b) and (c). On these SEM images of this sample, small fluffy and virgulate structures are clearly seen. An oxygen concentration of 19% was recorded on the all surface of this sample. Cr and Si concentrations were determined as 13% and 29%, respectively. Figure 2 (c) showed needle like shaped structures were observed. Although not yet certain, this needle like structure can be showed the etringite like phase[14]. Alite forms anhedral and subhedral forms[13]. It is interesting to see these phases despite the lack of hydration. Also, carbide precipitation of the surface of this composite material was presented. The examination of these phases will continue with future studies.

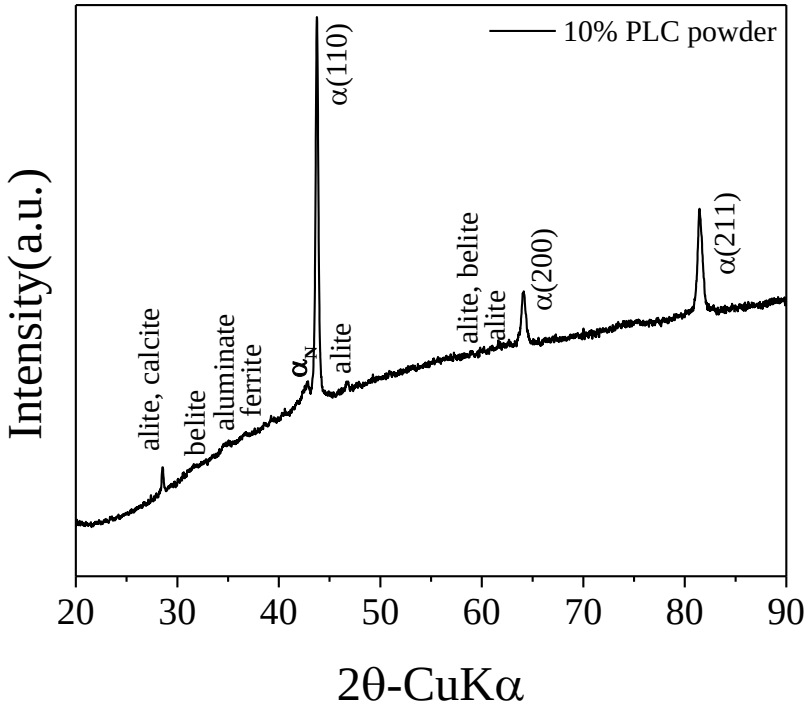


Figure 3. The XRD pattern of X12Cr13 MSS blending with 10 wt% PLC powder sample.

Figure 3 shows the XRD pattern of X12Cr13 MSS blending with 10 wt% PLC powder sample. Alite phase peaks for 2θ angles of 28.46°, 46.49°, 59.13° and 61.40° and belite phase peaks for 2θ angles of 31.87° and 60.12°, aluminate phase peak for 2θ angles of 34.71°, ferrite phase peak for 2θ angles of 36.84°,α_N phase peak for 2θ angles of 43.09°, α(110),α(200) and α(211) phases peaks for 2θ angles of 43.65°, 64.10° and 80.71°, respectively[15-17]. Alite phase forms on mixing, owing to dissoluble species[18] At higher temperatures, nitrogen in the α_N phase is dissolved into α and CrN. In order to form CrN precipitates, nitrogen is combined with Cr element in the steel. The content of nitrogen in solid solution is reduced, the lattice expansion is declined [19-21]. This CrN precipitation ($\alpha_N \rightarrow$CrN+α) is formed a structure relation [21].

4. CONCLUSION

In this study, the effect of 10% PLC powder on the microstructural and surface topography of X12Cr13 MSS produced by the powder metallurgy method was examined. The following experimental results were given:
-Heterogeneous structures were observed due to porosity existence.
-Alite, belite phases occurred on the microstructure of this composite material
-Brinell hardness value of this sample was 101.396 HB.
-Needle-shaped structures on the microstructure of this sample occurred.

It is planned this study will be developed in future studies with different features and chemical composition investigations.

Acknowledgement: Authors are greatly thankful to Cukurova University Research Funding (FBA-2021-13966).

REFERENCES

[1] Z. Wang, Q. Wang, W. Zhao, C. Xia, X. Tian, Y. Jiang, X. Zhou, G. Chen, L. Wang, M. Chen, Influence of carlin-type gold mine tailings addition on the synthesis temperature, alkali-resistant performance, and hydration mechanism of Portland cement, Construction and Building Materials 359 (2022) 129458.
[2] S.T. Erdoğan, T.Y. Erdoğan, Portland Çimentosunun Joseph Aspdin tarafından İcadi ve Çimento Üretiminde Aspdin Ailesinin Rolü, (2010).
[3] D. Wang, C. Shi, N. Farzadnia, Z. Shi, H. Jia, Z. Ou, A review on use of limestone powder in cement-based materials: Mechanism, hydration and microstructures, Construction and Building Materials 181 (2018) 659-672.
[4] S. Gupta, B. Mohapatra, M. Bansal, Development of Portland Limestone Cement (PLC) in India using different composition of cement and marginal grade limestone: A sustainable approach, Journal of the Indian Chemical Society 99(11) (2022) 100724.
[5] K.S.T. Chopperla, J.A. Smith, J.H. Ideker, The efficacy of portland-limestone cements with supplementary cementitious materials to prevent alkali-silica reaction, Cement 8 (2022) 100031.
[6] G. Kim, K.E. Kurtis, Early-stage assessment of drying shrinkage in Portland limestone cement concrete using nonlinear ultrasound, Construction and Building Materials 342 (2022) 128099.
[7] J. Mohammadi, W. South, Effect of up to 12% substitution of clinker with limestone on commercial grade concrete containing supplementary cementitious materials, Construction and Building Materials 115 (2016) 555-564.
[8] E. Irassar, V. Bonavetti, G. Menendez, H. Donza, O. Cabrera, Mechanical properties and durability of concrete made with portland limestone cement, ACI Special Publications 202 (2001) 431-450.
[9] S.a. Tsivilis, E. Chaniotakis, G. Kakali, G. Batis, An analysis of the properties of Portland limestone cements and concrete, Cement and concrete composites 24(3-4) (2002) 371-378.
[10] C. Alonso, L. Fernandez, Dehydration and rehydration processes of cement paste exposed to high temperature environments, Journal of materials science 39(9) (2004) 3015-3024.
[11] S. Butkovic, Sinterability and Tensile Properties of Nickel Free Austenitic Stainless Steel X 15 CrMnMoN 17 11 3, Tehnicki Vjesnik 20(1) (2013) 269-274.
[12] S. Pandya, K. Ramakrishna, A.R. Annamalai, A. Upadhyaya, Effect of sintering temperature on the mechanical and electrochemical properties of austenitic stainless steel, Materials Science and Engineering: A 556 (2012) 271-277.
[13] P. Stutzman, Scanning electron microscopy imaging of hydraulic cement microstructure, Cement and Concrete Composites 26(8) (2004) 957-966.
[14] L. Poudyal, K. Adhikari, M. Won, Mechanical and durability properties of portland limestone cement (PLC) incorporated with nano calcium carbonate (CaCO3), Materials 14(4) (2021) 905.
[15] P.E. Stutzman, P. Feng, J.W. Bullard, Phase analysis of Portland cement by combined quantitative X-ray powder diffraction and scanning electron microscopy, Journal of research of the National Institute of Standards and Technology 121 (2016) 47.

[16] J. Ma, Z. Yu, H. Shi, Y. Zhang, X. Shen, Long-term hydration behavior and pore structure development of cement–limestone binary system, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 143(1) (2021) 843-852.
[17] A.N. Acar, K. Doğan, A.K. Ekşi, A. Ekicibil, Structural and Surface Properties of Glass Powder Coated Cr Steels, The International Journal of Materials and Engineering Technology 4(2) 109-116.
[18] R.L. Angstadt, F.R. Hurley, Hydration of the Alite Phase in Portland Cement, Nature 197(4868) (1963) 688-688.
[19] C. Li, T. Bell, Corrosion properties of plasma nitrided AISI 410 martensitic stainless steel in 3.5% NaCl and 1% HCl aqueous solutions, Corrosion Science 48(8) (2006) 2036-2049.
[20] Y.-t. Xi, D.-x. Liu, D. Han, Improvement of corrosion and wear resistances of AISI 420 martensitic stainless steel using plasma nitriding at low temperature, Surface and Coatings Technology 202(12) (2008) 2577-2583.
[21] P. Corengia, G. Ybarra, C. Moina, A. Cabo, E. Broitman, Microstructure and corrosion behaviour of DC-pulsed plasma nitrided AISI 410 martensitic stainless steel, Surface and Coatings Technology 187(1) (2004) 63-69.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Zayıf -⊕- yerel artin tümlenmiş modüller

Ruhiye Kurt[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0596-8208*), Burcu Nişancı Türkmen[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7900-0529)*

[*1] Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstütüsü, Matematik Anabilim Dalı, Amasya, Türkiye

[2]Amasya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Matematik Bölümü, Amasya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: ruhiyekurt@outlook.com

Özet

Bu çalışmada (zayıf) yerel artin yükseltilebilir modüller, sonlu zayıf yerel artin yükseltilebilir modüller, zayıf-⊕-yerel artin tümlenmiş modüller ve genelleştirilmiş yerel artin yükseltilebilir modüllerin sınıfları tanımlanarak bu sınıfların sağladığı temel özellikler verildi. Yerel artin yükseltilebilir bir modülün zayıf-⊕-yerel artin tümlenmiş modül olduğu gösterildi. Noetherian sonlu üretilmiş yerel artin yükseltilebilir her modülün zayıf-⊕-yerel artin tümlenmiş modül olduğu ispatlandı. Sonlu sayıda zayıf-⊕-yerel artin tümlenmiş modülün direkt toplamının zayıf-⊕-yerel artin tümlenmiş modül olduğu gösterildi. Genelleştirilmiş yerel artin yükseltilebilir her modülün zayıf-⊕-yerel artin tümlenmiş modül olduğu elde edildi. Ayrıca yerel artin tümlenmiş bir modülün, her yerel artin alt modülünün bir direkt toplam terimine yükseltilebiliyorsa bu modülün zayıf-⊕-yerel artin tümlenmiş olduğu belirtildi.

Anahtar Kelimeler: Zayıf-⊕-yerel artin tümlenmiş modül, zayıf yerel artin yükseltilebilir modül, yerel artin modül, genelleştirilmiş yerel artin yükseltilebilir modül

Weak-⊕-locally artinian supplemented modules

Abstract

In this study, it is defined the classes of (weak) locally artinian lifting modules, finitely weak locally artinian lifting modules, generalized weak-⊕-locally artinian lifting modules and key features of local modules. It was shown that a locally artinian lifting module is a weak-⊕-locally artinian supplemented module. It was proved that every Noetherian locally artinian lifting module is a weak-⊕-locally artinian supplemented module. It was shown that the finite direct sum of weak-⊕-locally artinian supplemented modules is a weak-⊕-locally artinian supplemented module. It was obtained that every generalized locally artinian lifting module is a weak-⊕-locally artinian supplemented module. It was also determined that if each locally artinian submodule of a locally artinian supplemented module can be lies above a direct summand, the module is weak-⊕-locally artinian supplemented.

Keywords: Weak-⊕-locally artinian supplemented module, weak locally artinian lifting module, locally artinian module, generalized locally artinian lifting module

GİRİŞ

Helmut Zöschinger 1970'li yıllarda tümleyen alt modül ve tümlenmiş modül kavramının temelini oluşturmuştur. Varadarajan 1979 yılında yayınladığı bir makalesinde tümleyen alt modüllerin özelliklerini çalışmıştır. Rafail Alizade, Gökhan Bilhan ve Patrick F.Smith' in 2001 yılında yayınladıkları 'Modules Whose Maximal Submodules Have Supplements' adlı makalede eş sonlu tümlenmiş modülleri tanımlamışlar ve bu modüllerle ilgili bazı temel özellikleri vermişlerdir. Ayrıca eş sonlu tümlenmiş modüllerin yapısını Dedekind bölgesi üzerinde belirlemişlerdir. Engin Kaynar, Hamza Çalışıcı ve Ergül Türkmen 2020 yılında yayınladıkları 'ss-supplemented Modules' adlı makalelerinde, ss-tümlenmiş modülleri tümlenmiş modülleri kuvvetlendirerek çalışmışlar ve temel özelliklerine yer vermişlerdir. M bir modül ve $U \leq M$ alt modül olmak üzere $V \leq M$ alt modülü $M = V + U$ koşulunu sağlayan minimal alt modül ise, V alt modülüne U nun tümleyeni ve U ya da M de V tümleyenine sahiptir denir.

Bu tanıma denk olarak; K nın M de N nin tümleyeni olması için gerek ve yeter koşul $M = V + U, V \cap U \ll V$ olmasıdır. M modülünün her alt modülü M de bir tümleyene sahipse, M ye tümlenmiş modül denir. M bir modül olsun. M nin her A alt modülü için $N \leq A$ ve $A/N \ll M/N$ olacak sekilde M' nin bir N direkt toplam terimi varsa M ye yükseltilebilir modül denir (Clark ve ark., 2006). M modülünün tüm basit ve küçük alt modüllerinin toplamı $Des_S(M) = \sum\{N \ll M | N, M \quad nin \quad basit \quad alt \quad modülü\}$olarak tanımlanır. M modülü $Rad(M) \subseteq Des(M)$ koşulunu sağlayan yerel modül olsun. Bu takdirde, M modülüne güçlü yerel modül denir. R halkası sol R-modül olarak güçlü yerel modül ise, R halkasına sol güçlü yerel halka denir. M modülü yerel ve $Rad(M)$, M nin yerel Artin alt modülü ise M modülüne RLA yerel modül denir. R halkası sol R-modül olarak RLA yerel modül ise R ye sol RLA yerel halka denir (Şahin, 2021). Herhangi bir M modülü için $Des_S(M) = Rad(M) \cap Des(M)$ dir. M modül ve $U, V \leq M$ olmak üzere $M = U + V$ ve $U \cap V \leq Des_S(V)$ ise V ye U nun ss-tümleyeni denir (Kaynar ve ark., 2020). M bir modül ve $U \leq M$ olsun. $M = U + V$, $U \cap V \ll V$ ve $U \cap V$, M nin yerel artin modülü ise V ye U nun yerel artin tümleyeni denir. M modülünün her alt modülü M de yerel artin tümleyene sahipse M modülüne yerel artin tümlenmiş modül denir. M modülünün $M = U + V$ olan her $U \leq M$ alt modülü V de kapsanan yerel artin tümleyene sahip ise M ye bol yerel artin tümlenmiş modül denir (Şahin, 2021).

MATERYAL VE METOD

M ve N modülleri yardımıyla kurulan bir $f: M \to N$ homomorfizması için $f(RadM) \subset RadN$ dir. Ayrıca $Rad(M/Rad(M)) = 0$ dır. Yine bir f homomorfizması için $Ker(f) \subset Rad(M)$ ise $f(Rad(M) = Rad(f(M))$ eşitliği sağlanır. M nin her alt modülü maksimal bir alt modülde bulunuyorsa, $Rad(M) \ll M$ dir. $Rad(M)$ yarı basit ve $Rad(M) \ll M$ ise M nin her öz alt modülü M nin bir maksimal alt modülünde kapsanır (Wisbauer, 1991) ve (Kasch,1982). M modülünün her yarıbasit N alt modülü için $M = N + K$ ve $N \cap K \ll K$ olacak şekilde bir K direkt toplam terimi varsa M ye zayıf $\oplus$-tümlenmiş modül denir (Keskin ve Orhan, 2006). M nin yarı basit her N alt modülü için $M = M_1 \oplus M_2$ iken $M_1 \leq N$ ve $M_2 \cap N \ll M_2$ olacak şekilde M_1, M_2 alt modüllerinin bulunması durumunda M ye zayıf yükseltilebilir modül denir (Keskin ve Orhan, 2006), Önerme 2.3, gereğince zayıf yükseltilebilir her modül zayıf-$\oplus$-tümlenmiştir. Bu tanımlardan esinlenerek her yarı basit alt modülü tümleyene sahip olan modüller w-tümlenmiş modül olarak tanımlanmıştır (Güroğlu, 2010). Ayrıca bu çalışmada w-tümlenmiş modüller sınıfının belirli bir koşulla yükseltilebilir olma özelliği altında kapalı olduğu gösterilmiştir (Güroğlu, 2010).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tanım 1 i) M bir R-modül ve N, M nin keyfi bir yerel artin alt modülü olsun. $M = N + K$ ve $N \cap K \subseteq Des_s(K)$ olacak şekilde M nin K direkt toplam terimi varsa M modülüne **zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modül** denir.
ii) M bir R-modül ve N, M nin keyfi bir yerel artin alt modülü olsun. $N/K \subseteq Des_s(M/K)$ olacak şekilde M nin $K \subseteq N$ direkt toplam terimi mevcutsa, M modülüne **zayıf yerel artin yükseltilebilir modül** denir.
iii) M bir R-modül olsun. M nin her N alt modülü için $N/K \subseteq Des_s(M/K)$ olacak şekilde $K \subseteq N$ direkt toplam terimi mevcutsa M modülüne **yerel artin yükseltilebilir modül** denir.
iv) M bir R-modül olsun. M nin her N sonlu üretilmiş alt modülü için $N/K \subseteq Des_s(M/K)$ olacak şekilde $K \subseteq N$ direkt toplam terimi mevcutsa M modülüne **sonlu üretilmiş yerel artin yükseltilebilir modül** denir.

Tanım ii) gereğince M nin zayıf yerel artin yükseltilebilir modül olması için gerek ve yeter koşulun $M = K \oplus T$ ve $M \cap T \subseteq Des_s(T)$ olacak şekilde $T \subseteq M$ alt modülünün bulunmasıdır.

Lemma 1 M zayıf yerel artin yükseltilebilir modül olsun. Bu takdirde M, zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiştir.
İspat: Hipotez gereğince her yerel artin alt modülü $N \subseteq M$ için $M = K + T$ ve $N \cap T \subseteq Des_s(T)$ olacak şekilde $K \subseteq N, T \subseteq M$ alt modülleri vardır. Böylece $M = K + T = M = N + T$ sağlanır. $N \cap T \subseteq Des_s(T)$ olacak şekilde $K \subseteq N$ M nin T direkt toplam terimi vardır. Dolayısıyla M, zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modüldür.

Teorem 1 M yerel artin yükseltilebilir bir R-modül olsun. Bu takdirde M zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modüldür.

İspat: M yerel artin yükseltilebilir modül olduğundan bol yerel artin tümlenmiş modüldür. Dolayısıyla M nin her yerel artin tümlenmiş alt modülü bir direkt toplam terimidir. Bu yüzden $M = L + K$ olan her L ve K alt modülünden K, M de L nin bir yerel artin tümleyenini kapsar. Sonuç olarak M zayıf yerel artin yükseltilebilir modül olup 4.1.1 Lemma dan M zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modüldür.

Teorem 2 Her alt modülü M de direkt toplam terimine yükseltilebilir olan bol yerel artin tümlenmiş M modülü zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiştir.
İspat: M bol yerel artin tümlenmiş modül olduğundan $M = N + K$ ve $T \subseteq K$ olacak şekilde N nin T yerel artin tümleyeni mevcuttur. Hipotez gereğince M nin her N yerel artin alt modülü için $K' \subseteq N$ ve $N/K' \subseteq Des_s(M/K')$ olacak şekilde K' direkt toplam terimi vardır. Böylece M yerel artin yükseltilebilir modül olduğundan 1.Teoremden M modülü zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiştir.

Her alt modülü sonlu üretilmiş olan modüle Noetherian modül denir.

Lemma 2 M bir Noetherian modül olsun. M sonlu üretilmiş yerel artin yükseltilebilir modül ise M yerel artin yükseltilebilir modüldür.
İspat: Noetherian modül tanımından görülür.

Teorem 3 M Noetherian ve sonlu üretilmiş yerel artin yükseltilebilir modül ise M modülü zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modüldür.
İspat: M Noetherian olduğundan M nin her alt modülü sonlu üretilmiştir. Hipotez gereğince M sonlu üretilmiş yerel artin yükseltilebilir olduğundan 2. Lemma dan M yerel artin yükseltilebilir modüldür.

Teorem 1 den M, zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modüldür.

Teorem 4 $K_1, K_2, \dots, K_m$ K modülünün $K = K_1 \oplus K_2 \oplus \dots \oplus K_m$ koşulunu sağlayan zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş alt modülleri olsun. Bu takdirde K zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modüldür.
İspat: $K = K_1 \oplus K_2 \oplus \dots \oplus K_m$eşitliğinde $\pi_j = K \to K_j$ j. projeksiyonunu (j: 1,2, … , m) alalım. T, K nın keyfi bir yerel artin alt modülü olsun.
$(T + K_1) \cap K_j = \pi_2(T)$yerel artin olduğundan, 0 alt modülü K da direkt toplam terimi olacak şekilde $(T + K_1) + K_2 + \cdots + K_m$ nin K da yerel artin tümleyeni olur. Lemma 4.1.13 (Şahin, 2021) den $T + K_1$, Kda H yerel artin tümleyenine sahiptir. Hipotez gereğince $(T + H) \cap K_1 \cap (T + K_j) \cap K_1 = \pi_1(T)$ (j = 1,2, … , m) yerel artin olduğundan $(T + H) \cap K_1$ in, K_1 de direkt toplam terimi olacak şekilde bir U yerel artin tümleyeni vardır. Tekrar Lemma 4.1.13 (Şahin, 2021) çalıştırılırsa $H \oplus U$, K da direkt toplam terimi olacak şekilde yerel artin tümleyenidir. Dolayısıyla K, zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modüldür.

Tanım 2 M modülünün her N alt modülü için $M = M_1 \oplus M_2$ ayrışımı için $K_1 \oplus K_2$, M de N nin yerel artin tümleyeni olacak şekilde $C_1, C_2 \leq M$ alt modülleri varsa M ye genelleştirilmiş yerel artin yükseltilebilir modül denir.

Teorem 5 M genelleştirilmiş yerel artin yükseltilebilir modül ise M zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modüldür.
İspat N, M nin yerel artin alt modülü olsun. Hipotez gereğince $N + (K_1 \oplus K_2) = M = M_1 \oplus M_2$ ve $N \cap (K_1 + K_2) \subseteq Des_s(M)$ olacak şekilde M nin $K_1 \oplus K_2$ direkt toplam terimi vardır.
$N \cap (K_1 + K_2) \ll K_1 \oplus K_2$ Wisbauer, 19.3 (v) (Wisbauer, 1991) gereğince $N \cap (K_1 \oplus K_2) \ll M$ ve $K_1 \oplus K_2$, M nin direct toplam terimi olduğundan $N \cap (K_1 \oplus K_2) \ll K$ dır. Böylece $N \cap (K_1 \oplus K_2) \subseteq Des_s(K)$ dır. Buradan M nin zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modül olduğu görülür.

Teorem 6 M yerel artin tümlenmiş modül ve M nin her yerel artin alt modülü M nin bir direkt toplam terimine yükseltilebiliyorsa M zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modüldür.
İspat U, M nin yerel artin alt modülü olsun. Kabul edelim ki V, U nun M de yerel artin tümleyeni olsun. M nin her yerel artin tümleyen alt modülü M de bir direkt toplam terimine yükseltilebilir olduğundan yerel artin tümleyen V nin M de $M = M_1 \oplus M_2$ olacak şekilde bir M_1 alt modülü vardır. Burada $V \cap M_2 \subseteq Des_s(M_2)$ dir. $V = V \cap$

$M = V \cap (M_1 \oplus M_2)$ eşitliği modüler kural (Sharpe ve Vamos, 1972) uygulanarak $V = M_1 \oplus (V \cap M_2)$ olduğu görülür. Burada $V \cap M_2 \ll M$ olduğundan $M = U + V = U + (V \cap M_2) + M_1 = U + M_1$ eşitliği elde edilir. V, U nun M de yerel artin tümleyeni olduğundan aynı zamanda bir tümleyenidir. Böylece $V = M_1$ bulunur. Bu yüzden $M = V + M_2$ eşitliği sağlanır. V, M nin bir direkt toplam terimi biçimindedir. Dolayısıyla M zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modüldür.

SONUÇ

Bu çalışmada , zayıf -$\oplus$-yerel artin tümlenmiş modüller sınıfı zayıf -$\oplus$-tümlenmiş modüller sınıfının bir öz genellemesi olarak çalışılarak literatüre farklı cebirsel kavramlar kazandırılıp birtakım özellikleri incelendi. Bu çerçevede (zayıf) yerel artin yükseltilebilir modül, sonlu üretilmiş yerel artin yükseltilebilir modül ve genelleştirilmiş yerel artin yükseltilebilir modül kavramlarıyla olan bağıntılara yer verildi. Özellikle yerel artin yükseltilebilir bir modülün zayıf yerel artin tümlenmiş modül olduğu, ve her alt modülü direkt toplam terimine yükseltilebilir olan bol yerel artin tümlenmiş modülün zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş olduğu gösterildi. Zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş modülün sonlu direkt toplamının zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş olduğu ispatlandı. Ayrıca yerel artin tümlenmiş ve her yerel artin alt modülü direkt toplam terimine yükseltilebilir olan modülün zayıf -$\oplus$- yerel artin tümlenmiş olduğu görüldü.

TEŞEKKÜR

Tez konusu olarak hazırladığım bu çalışma için tecrübe ve desteklerini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Burcu Nişancı Türkmen'e değerli katkı ve önerilerinden ötürü teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Alizade R, Pancar A 1999. Homoloji Cebire Giriş. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, 177.

Alizade R, Bilhan G, Smith PF 2001. Modules Whose Maximal Submodules Have Supplements. Communications in Algebra, 29(6): 2389-2405.

Anderson FW, Fuller KR 1992. Rings and Categories of Modules. Graduate Texts in Mathematics. Springer-Verlag, 363.

Clark J ,Lomp C , Vanaja N , Wisbauer R 2006. Lifting Modules. Supplements and Projectivity in Module Theory. Frontiers in Mathematics. Basel, 394.

Facchini A 1998. Module Theory, Progress in Mathematics, 167, Birkhauser 281s, Verlag, Basel

Güroğlu T 2010, W-Supplemented Modules, Dokuz Eylül Unıversty,Graduate School of Naturel and Applıed Sciences

Hungerford TW 1974. Algebra. Springer Verlag, 502.

Kasch F 1982. Modules and Rings. Academic Press, 372.

Kaynar E, Çalışıcı H ve Türkmen E 2020. ss-supplemented Modules, Communications Faculty of Science University of Ankara Series A1 Mathematics and statistics, 69, 1.

Orhan N, Tütüncü DK 2007. Direct Sums of Lifting Modules, East-West J.of Mathematics:Vol.9,No 1 pp.53-62

Sharpe W, Vamos P 1972. Injective Modules, Cambridge at the University Press, 190.

Şahin Y 2021. Yerel artin tümlenmiş modüller, Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Tuganbaev A 2003. Max Rings nd V-rings, Handbook of Algebra, Vol 3.

Türkmen BN, Pancar A 2010. On Generalization of ⊕-Cofinitely Supplemented Modules. Ukrainian Mathematical Journal, 62(2) , 203-209

Türkmen E 2010. Radikal tümlenmiş ve eş sonlu radikal tümlenmiş modüllerin karakterizasyonları, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

Wisbauer R 1991. Foundations of Module and Ring Theory. Gordon and Breach, 606.

Zhou D X, Zhang XR 2011. Small-Essential Submodules and Morita Duality, Southeast Asian Bulletin of Mathematics, 35: 1051-1062.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Üç tank sıvı seviye sistemi için ağırlıklı geometrik merkez metodunu kullanarak kontrolör tasarımı

Tufan Doğruer[1*] (*https://orcid.org/0000-0002-0415-3042*)

[*1]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Tokat, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: tufan.dogruer@gop.edu.tr

Özet
Bu çalışmada, üç tanklı sıvı seviye sistemi için ağırlıklı geometrik merkez (AGM) metodu kullanılarak PI ve PID kontrolör tasarımları yapılmıştır. AGM metodu, kararlılık sınır eğrisi yöntemini kullanarak k_p ve k_i parametrelerini belirlemeye yarayan analitik bir çözüm sunar. Çalışmada, üç tanklı sıvı seviye sisteminin transfer fonksiyonunun çıkarılmasının ardından, k_p ve k_i parametreleri için hesaplanan denklemler kullanılarak, kararlılık sınır eğrisi elde edilmiştir. Ardından, AGM metoduyla k_p ve k_i parametreleri belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, PI kontrolör parametreleri Genetik Algoritma tabanlı bir optimizasyon algoritması kullanılarak belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar AGM metodu ile elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. İlave olarak, PID kontrolörde k_d parametresi sabit kabul edilerek, kararlılık sınır eğrisi k_p-k_i parametrelerine göre elde edilmiş ve AGM metoduna göre PID kontrolör tasarımları yapılmıştır. Sonuç olarak, kontrolör parametrelerinin AGM metoduna göre başarılı bir şekilde belirlenebildiği görülmüştür.
Anahtar Kelimeler: Ağırlıklı geometrik merkez metodu, kontrolör tasarımı, kararlılık sınır eğrisi

Controller design using weighted geometrical center method for three tank liquid level system

Abstract
In this paper, PI and PID controller designs were made for the three-tank liquid level system using the weighted geometrical center (WGC) method. The WGC method provides an analytical solution to determine the k_p *and* k_i parameters using the stability boundary locus (SBL) method. In the study, after determining the transfer function of the three-tank liquid level system, the SBL is obtained by using the equations calculated for the parameters k_p *and* k_i. Then, the k_p *and* k_i parameters are determined by the WGC method. In addition, PI controller parameters are determined using a Genetic Algorithm-based optimization algorithm and the results obtained are compared with the results obtained by the WGC method. Further, the k_d parameter is assumed constant in the PID controller, the SBL is obtained according to the k_p-k_i parameters, and the PID controller designs are made according to the WGC method. As a result, it has been seen that the controller parameters can be successfully determined according to the WGC method.

GİRİŞ

PID (Oransal, Integral, Türevsel) kontrolörler, kontrol uygulamalarında sıklıkla kullanılan klasik kontrolör yapılarındandır. Yapısının basit olması, belirlenecek parametre sayısının az olması, iyi biliniyor olması gibi avantajlarından dolayı tercih edilmektedirler. Bu doğrultuda, PID kontrolör parametrelerinin belirlenmesi (PID tuning) gittikçe önem kazanmakta ve bu konuda literatürdeki çalışma sayısı hızla artmaktadır. PID ayar metotları, klasik ayar yöntemleri ve akıllı ayar yöntemleri olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilir. Klasik ayar yöntemlerinin en eski ve bilinen metodu Ziegler-Nichols ayar metodu, zaman ve frekans cevabı metodu olmak üzere iki farklı metot içerir (Borase ve ark., 2021). Åström-Hägglund ve Cohen-Coon yöntemleri bilinen diğer klasik yöntemlerdir (Tan ve ark., 2006). Ayrıca zaman cevabı ve frekans cevabına dayanan metotlar, kazanç-faz payına dayanan metotlar, kutup yerleştirme metotları şeklinde PID ayarlama metotları genişletilebilir (Cominos ve Munro, 2002). Klasik metotların yanında yapay zekâya dayanan akıllı ayar metotları gösterdikleri üstün kontrol performansları ile dikkat çekmektedir.

Endüstriyel kontrol sistemlerinde farklı kimyasallar veya karışımlar içeren tanklardaki sıvı seviyesinin kontrolü tanklardaki ayar noktalarını takip etmek için önem arz eder. Geleneksel kontrol algoritmalarıyla istenen kontrol

cevabına ulaşmak zor olmaktadır. Farklı yapıdaki sıvı seviye sistemlerinin kontrolü ile ilgili literatürde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Örneğin, (Fellani ve Gabaj, 2015) kimyasal proseslerde sıkça kullanılan iki tanklı sıvı seviye kontrol sisteminde istenen sıvı seviyesini kontrol etmek için PID kontrolör tasarımı yapılmıştır. Deneme-yanılma yöntemi ile PID kontrolör parametrelerini ayarlayarak, performans sonuçlarını sunmuşlardır. Başka bir çalışmada (Lurang ve Puangdownreong, 2020) üç tanklı sıvı seviye kontrolü değiştirilmiş yarasa optimizasyonuna dayalı iki serbestlik dereceli PIDA kontrolör kullanılarak yapılmıştır. (Katal ve ark., 2014) petrokimya, gıda işleme ve su arıtma endüstrileri gibi alanlarda uygulama bulan sıvı seviye kontrol sistemi için PID kontrolör parametrelerinin belirlenmesini yarasa algoritması tabanlı bir yöntemle gerçekleştirmişlerdir. (Singh ve ark., 2014) birleştirilmiş tank sıvı seviyesini kontrol etmek için çok kriterli amaç fonksiyonuna dayalı genetik algoritma tabanlı bir optimizasyon yöntemiyle PID kontrolör parametreleri belirlenmiştir. (Sundaravadivu ve ark., 2011) birinci dereceden zaman gecikmeli olarak modellenen küresel bir tankın sıvı seviye kontrolü için kesir dereceli PID kontrolör tasarımı yapılmıştır. (Bhandare ve ark., 2022) birleştirilmiş tanklardaki sıvı seviyesini kontrol etmek için akıllı bir PID kontrolör tasarlanmıştır. (Tiwari ve ark., 2011) üç tanklı sıvı seviye kontrolü klasik PID, bulanık PID ve immune PID ile yapılmış ve performansları karşılaştırılmıştır.

PID kontrolörlerin türev etkisi kontrol proseslerinde ölçüm gürültüsüne neden olduğundan dolayı kullanılmaz (Åström ve Hägglund, 2001). Bu proseslerde PID kontrolör yerine PI kontrolör tercih edilir. Bu çalışmada üç tanklı sıvı seviye sisteminin kontrolü için AGM yöntemi ile PI kontrolör tasarımları yapılmıştır.

Çalışma şu şekilde düzenlenmiştir. Sonraki bölümde üç tanklı sıvı seviye sistemi tanıtılarak matematiksel modeli verilmiş ve kararlılık sınır eğrisi yöntemi anlatılarak, AGM metodu hakkında bilgi verilmiştir. Üçüncü bölüm benzetim çalışmasını içermektedir. SBL yöntemi sıvı seviye sistemine uygulanarak kararlılık bölgeleri elde edilmiş, ardından AGM metodu ile kontrolör parametreleri belirlenmiştir. Son bölüm sonuçlar şeklindedir.

MATERYAL VE METOD

Bu bölümde kontrolü gerçekleştirilecek olan sıvı seviye sisteminin matematiksel modeli verilerek, kontrolör parametrelerinin belirlenmesinde kullanılacak kararlılık sınır eğrisi ve ağırlıklı geometrik merkez metodu anlatılacaktır.

Sıvı Seviye Sisteminin Matematiksel Modeli

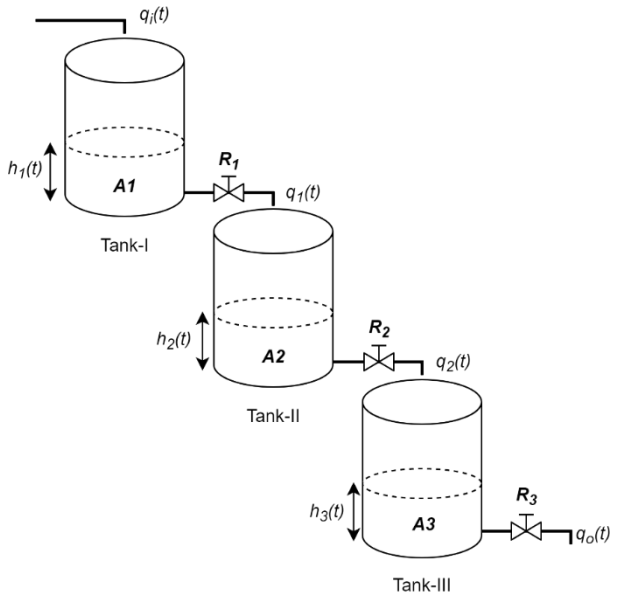
Üç tank sıvı seviye sisteminin blok diyagramı Şekil 1'de gösterilmiştir. Burada sıvı giriş oranları 1.tank, 2.tank ve 3.tank için sırasıyla $q_i(t)$, $q_1(t)$ ve $q_2(t)$ şeklindeyken, $q_o(t)$ sıvı çıkış oranını gösterir. $h_1(t)$, $h_2(t)$ ve $h_3(t)$ tanklardaki sıvı seviyelerini gösterirken, R_1, R_2, R_3 vana dirençlerini, A_1, A_2, A_3 ise sırasıyla 1.tank, 2.tank ve 3.tankın kapasitesini göstermektedir (Lurang ve Puangdownreong, 2020).

Sıvı seviye sisteminin lineer matematiksel modeli elde edilirken, $q_i(t)$ giriş ve $q_o(t)$ çıkış değişkeni olarak ele alınmıştır. Her bir tank için lineer diferansiyel denklemler sırasıyla Denklem 1-3'te verilmiştir.

$$q_i(t) - q_1(t) = A_1 \frac{dh_1(t)}{dt},\ q_1(t) = \frac{h_1(t)}{R_1} \tag{1}$$

$$q_1(t) - q_2(t) = A_2 \frac{dh_2(t)}{dt},\ q_2(t) = \frac{h_2(t)}{R_2} \tag{2}$$

$$q_2(t) - q_o(t) = A_3 \frac{dh_3(t)}{dt},\ q_o(t) = \frac{h_3(t)}{R_3} \tag{3}$$



Şekil 1. Üç tanklı sıvı seviye sistemi (Lurang ve Puangdownreong, 2020)

Üç tank sıvı seviye sisteminin transfer fonksiyonu Denklem 4'teki gibi elde edilmiştir. Denklemde $\tau_1 = R_1A_1$, $\tau_2 = R_2A_2$, $\tau_3 = R_3A_3$ ifadeleri sırasıyla Tank-I, Tank-II ve Tank-III'e ait zaman sabitleridir. Zaman sabitleri cinsinden Denklem 4, Denklem 5'teki gibi yazılır. Zaman sabitleri $\tau_1 = 1\text{s}$, $\tau_2 = 1/2\text{s}$, $\tau_3 = 1/3\text{s}$ olacak şekilde ayarlandıktan sonra Denklem 5'te yerine yazılırsa, sıvı seviye sisteminin transfer fonksiyonu Denklem 6'daki gibi elde edilmiş olur (Lurang ve Puangdownreong, 2020).

$$G(s) = \frac{Q_o(s)}{Q_i(s)} = \frac{1}{(R_1A_1s+1)(R_2A_2s+1)(R_3A_3s+1)} \tag{4}$$

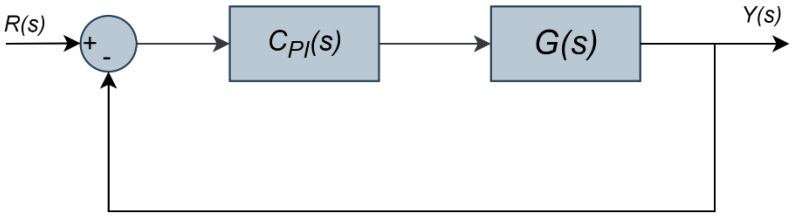
$$G(s) = \frac{1}{(\tau_1 s+1)(\tau_2 s+1)(\tau_3 s+1)} \tag{5}$$

$$G(s) = \frac{6}{(s+1)(s+2)(s+3)} \tag{6}$$

Nihai olarak, Denklem 6'da verilen transfer fonksiyonu için PI ve PID kontrolör tasarımları AGM metoduna göre yapılır.

Kararlılık Sınır Eğrisi Metodu ve AGM Noktalarının Bulunması

PI kontrolör içeren basit bir kontrol sisteminin blok diyagramı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Kontrol sistemi blok diyagramı

Şekil 2'de verilen blok diyagramda *G(s)* kontrol edilecek sistemi göstersin ve aşağıdaki gibi tanımlansın. PI kontrolör eşitliği Denklem 8 ile verilmiştir.

$$G(s) = \frac{N(s)}{D(s)} \tag{7}$$

$$C(s) = k_p + \frac{k_i}{s} \tag{8}$$

Şekil 2'de verilen kapalı çevrim sistemin karakteristik polinomu Denklem 9'daki gibi yazılır.

$$\Delta(s) = sD(s) + (k_p s + k_i)N(s) \tag{9}$$

Denklem 7'nin pay ve payda polinomları tek ve çift kısımlarına ayrılarak ve *s* yerine *jw* yazılarak Denklem 10 oluşturulur.

$$G(j\omega) = \frac{N_e(-\omega^2) + j\omega N_o(-\omega^2)}{D_e(-\omega^2) + j\omega D_o(-\omega^2)} \tag{10}$$

Denklem 9, Denklem 10'a göre tekrardan yazılarak, Denklem 11 elde edilir.

$$\begin{aligned}\Delta(j\omega) = &[k_i N_e(-\omega^2) - k_p\omega^2 N_o(-\omega^2) - \omega^2 D_o(-\omega^2)] + \\ &j[k_p\omega N_e(-\omega^2) + k_i\omega N_o(-\omega^2) + \omega D_e(-\omega^2)]\end{aligned} \tag{11}$$

Denklem 11'in gerçek ve sanal kısımları sıfıra eşitlenerek, Denklem 12 ve 13 elde edilir.

$$k_p(-\omega^2 N_o(-\omega^2)) + k_i(N_e(-\omega^2)) = \omega^2 D_o(-\omega^2) \tag{12}$$

$$k_p(\omega N_e(-\omega^2)) + k_i(\omega N_o(-\omega^2)) = -\omega D_e(-\omega^2) \tag{13}$$

Yapılan ara işlemlerin ardından k_p ve k_i eşitlikleri sırasıyla Denklem 14 ve 15'teki gibi elde edilir.

$$k_p = \frac{\omega^2 D_o(-\omega^2) N_o(-\omega^2) + D_e(-\omega^2) N_e(-\omega^2)}{-(\omega^2 N_o{}^2(-\omega^2) + N_e{}^2(-\omega^2))} \tag{14}$$

$$k_i = \frac{\omega^2 D_e(-\omega^2) N_o(-\omega^2) - \omega^2 D_o(-\omega^2) N_e(-\omega^2)}{-(\omega^2 N_o{}^2(-\omega^2) + N_e{}^2(-\omega^2))} \tag{15}$$

Denklem 14 ve 15 kullanılarak kararlılık sınır eğrisi k_p-k_i düzleminde elde edilir. Kararlılık sınır eğrisi k_p-k_i düzlemini kararlı ve kararsız bölgelere ayırır. Kararlı bölge içerisinden seçilecek k_p-k_i parametre çifti kontrol edilen sistemin çıkış cevabını kararlı yapacaktır. Kararlı bölge içerisinden kontrolör parametrelerinin rasgele seçilmesi yerine, analitik bir yöntemle elde edilmesi daha uygun olacaktır. Bu noktada AGM metodu PI kontrolör parametrelerinin belirlenmesinde iyi bir tercih olacaktır.

AGM metodu, kontrolör parametrelerinin analitik olarak hesaplanmasına imkân sunan bir yöntemdir. AGM metodunu iki aşama olarak değerlendirmek mümkündür. İlk aşamada SBL yöntemi ile sistemin kararlılık bölgesi tespit edilir. İkinci aşama bu kararlılık bölgesinde AGM noktalarının hesaplanmasıdır.

Denklem 16 ve 17, sırasıyla k_p ve k_i için AGM noktalarını verir. Detaylı bilgi için (Onat, 2013) incelenebilir.

$$k_{pgc} = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} k_{pj} \tag{16}$$

$$k_{igc} = \frac{1}{2m}\sum_{j=1}^{m} k_{ij} \tag{17}$$

AGM noktaları seçilen w adım aralığına göre değişir. w'nın adım aralığı artışı küçük olursa, daha doğru sonuçlar elde edilecektir (Özyetkin ve Toprak, 2016).

BENZETİM ÇALIŞMASI

Üç tanklı sıvı seviye sisteminin transfer fonksiyonu için kararlılık sınır eğrisi yöntemi uygulanarak PI kontrolör parametrelerinin eşitlikleri Denklem 18 ve 19'daki gibi elde edilmiştir.

$$k_p = \omega^2 - 1 \tag{18}$$

$$k_i = \frac{-\omega^4 + 11\omega^2}{6} \tag{19}$$

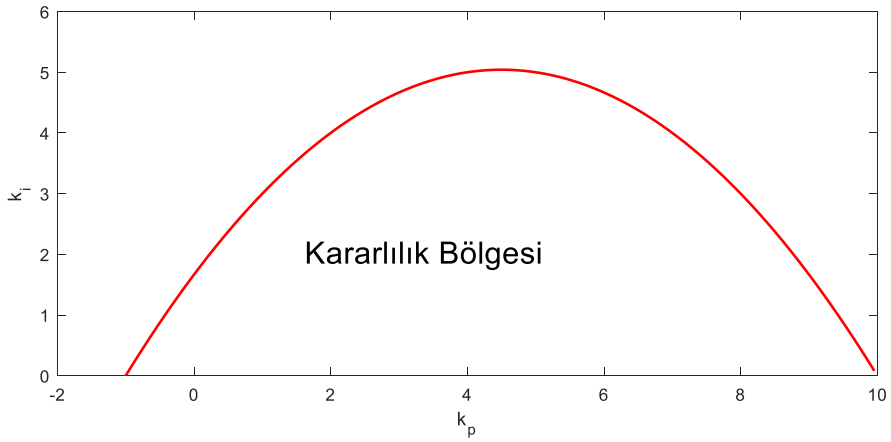
Denklemlere göre, w değerinin [0, 3.316] aralık değerleri için elde edilen kararlılık sınır eğrisi Şekil 3'te verilmiştir. w değeri için adım aralığı 0.01 olarak alınmıştır.

Kararlılık bölgesi içerisinde, *w* adımlarına bağlı olarak AGM metoduna göre kontrolör parametreleri k_p=2.6496 ve k_i=1.3390 olarak hesaplanmıştır. AGM metoduna göre belirlenen k_p-k_i parametre çifti Şekil 4'te gösterilmiştir. Ayrıca, üç tanklı sıvı seviye sistemi için Genetik Algoritma tabanlı optimal PI kontrolör tasarımı yapılmış, kontrolör parametreleri k_p=0.88 ve k_i=0.6291 şeklinde belirlenmiştir. Belirlenen parametre çifti Şekil 4'te gösterilmektedir ve parametrelerin kararlılık bölgesi içerisinde olduğu görülmektedir.

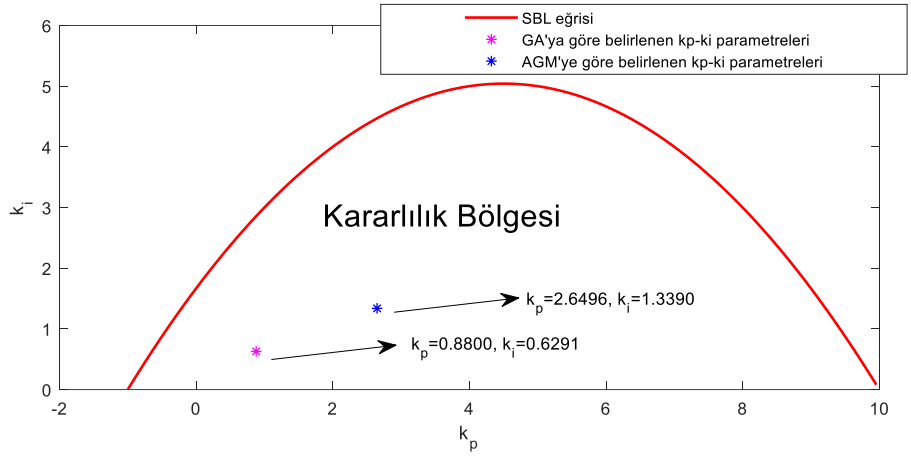
Hem AGM metoduna göre hem de GA tabanlı yönteme göre tasarlanan PI kontrolörlerin üç tanklı sıvı seviye sistemine uygulanmasıyla elde edilen kapalı çevrim sistemlerin birim basamak cevapları Şekil 5'te verilmiştir. Şekil incelendiğinde, optimal PI kontrolör ile kontrol edilen sistemin cevabının aşımsız ve kısa yerleşme zamanına sahip olduğu görülmektedir. Bunun yanında AGM kullanılarak belirlenen PI kontrolörün yükselme zamanının daha kısa olduğu şekilden görülmektedir.

Çalışmayı PI kontrolör yerine PID kontrolör tasarımı yapmak amacıyla ele alalım. Bu durumda kararlılık sınır eğrisinin elde edilmesi için PID kontrolörün üç parametresinden birisine sabit değerler vererek, diğer iki parametreye göre kararlılık sınır eğrisi elde edilebilir. Burada k_d parametresine sırasıyla 0, 0.5, 1, 2, 3, 5 değerleri verilerek k_p-k_i düzleminde kararlılık sınır eğrileri Şekil 6'da gösterildiği gibi elde edilmiştir. k_d parametresi büyüdükçe kararlılık bölgesinin büyüdüğü şekilden görülmektedir.

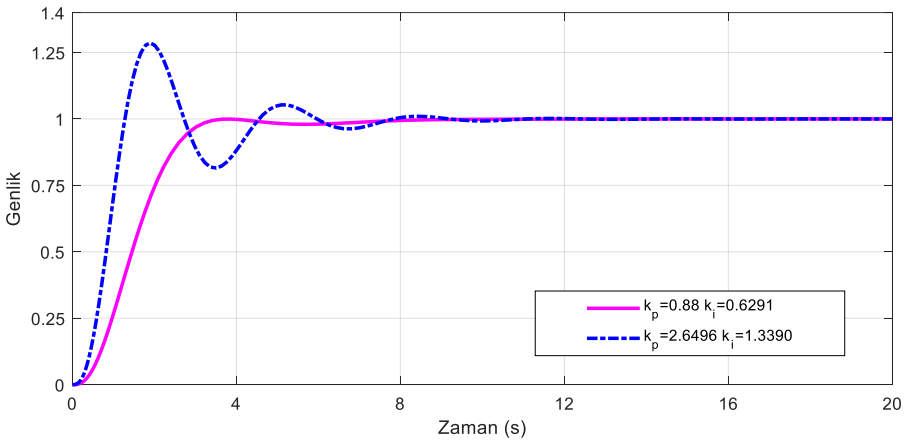
PID kontrolör için AGM metoduna göre hesaplanan parametreler Tablo 1'de verilmiştir. Tabloda ayrıca PID ile kontrol edilen sistemin yüzde aşma (M_p) ve yerleşme zamanı (t_s) değerleri sunulmuştur. Tablo 1 incelendiğinde, k_d değerinin değişimiyle beraber AGM metoduna göre belirlenen k_p-k_i parametrelerinin değiştiği görülmektedir. Ayrıca kararlılık bölgesinin büyümesiyle beraber sistemin yerleşme zamanı kısalırken, yüzde aşma değeri artmaktadır. PID kontrolör ile kontrol edilen sistemin kapalı çevrim birim basamak cevap eğrileri Şekil 7'de verilmiştir.



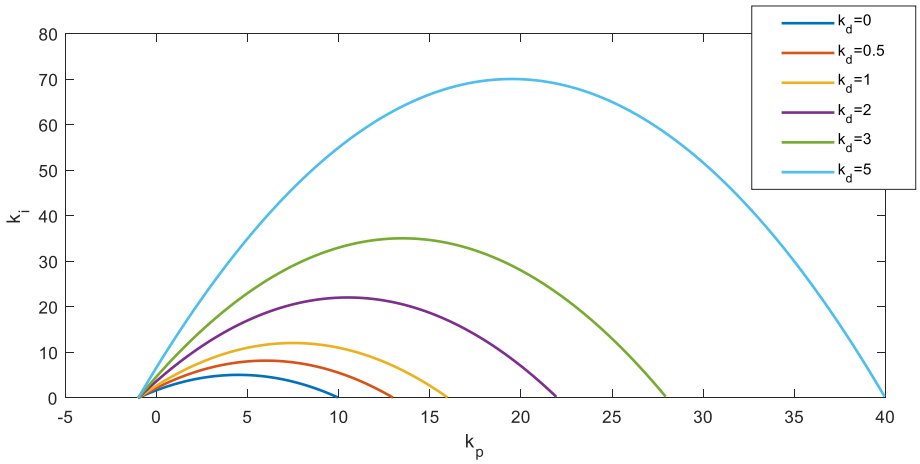
Şekil 3. PI kontrolör ile denetlenen üç tank sıvı seviye sisteminin kararlılık sınır eğrisi ve kararlılık bölgesi



Şekil 4. Kararlılık bölgesi içerisinde bulunan AGM noktası ve optimal PI kontrolör noktası



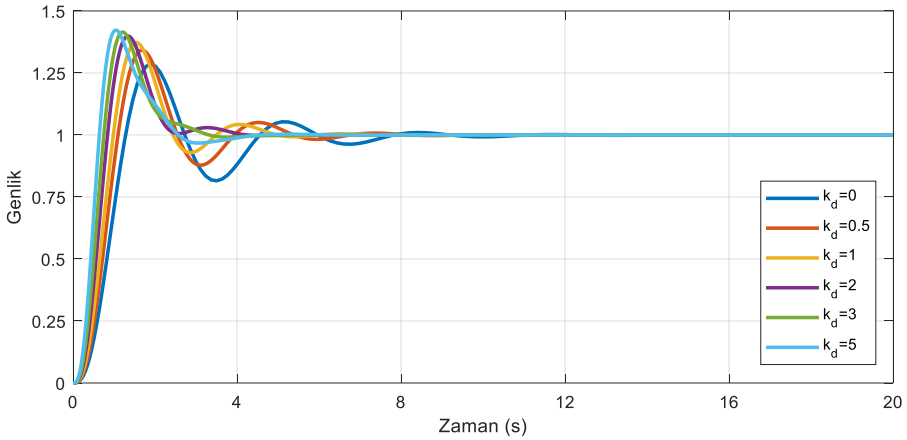
Şekil 5. Kapalı çevrim sistemin birim basamak cevapları



Şekil 6. Farklı k_d değerlerine göre kararlılık sınır eğrileri

Tablo 1. PID kontrolör parametreleri ve zaman cevabı karakteristikleri

k_p	k_i	k_d	$M_p\,(\%)$	$t_s\,(s)$
2.6496	1.3390	0	28.5692	7.3537
3.6590	2.1672	0.5	28.8418	5.8965
4.6537	3.1980	1	29.5820	4.2484
6.6422	5.8	2	32.0997	3.1843
8.6411	9.3188	3	35.6895	2.0575
12.6443	18.6287	5	42.2675	2.0361



Şekil 7. PID kontrolör ile kontrol edilen kapalı çevrim sistemlerin birim basamak cevapları

SONUÇ

Bu çalışmada üç tank sıvı seviye sisteminin kontrolü için bir yöntem sunulmuştur. Sunulan yöntemde SBL tekniği kullanılarak kontrolörün kararlılık bölgeleri elde edilmiş, kararlılık bölgesi içerisinden AGM noktaları tespit edilerek PI kontrolör tasarımı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca PID kontrolörün bir parametresi sabit alınarak (k_d) diğer iki parametreye göre yöntem tekrar uygulanmıştır. k_d parametresinin beş farklı değerine göre kararlılık bölgeleri elde edilmiş ve PID kontrolör tasarımları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar grafikler halinde sunulmuş, yöntemin performansının üç tanklı sıvı seviye sisteminin kontrolünde tatmin edici düzeyde olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

Åström KJ, Hägglund T 2001. The future of PID control. *Control engineering practice* 9(11): 1163-1175.

Bhandare DS, Kulkarni NR, Bakshi MV 2022. An intelligent self-tuning fuzzy-PID controller to coupled tank liquid level system. *International Journal of Information Technology* 14(4): 1747-1754.

Borase RP, Maghade D, Sondkar S, Pawar S 2021. A review of PID control, tuning methods and applications. *International Journal of Dynamics and Control* 9(2): 818-827.

Cominos P, Munro N 2002. PID controllers: recent tuning methods and design to specification. *IEE Proceedings-Control Theory and Applications* 149(1): 46-53.

Fellani MA, Gabaj AM 2015. PID controller design for two tanks liquid level control system using Matlab. *International Journal of Electrical and Computer Engineering* 5(3): 436.

Katal N, Kumar P, Narayan S 2014. Optimal PID controller for coupled-tank liquid-level control system using bat algorithm. In: *2014 International Conference on Power, Control and Embedded Systems (ICPCES)*, pp.1-4. IEEE.

Lurang K, Puangdownreong D 2020. Two-degree-of-freedom PIDA controllers design optimization for liquid-level system by using modified bat algorithm. *Int. J. Innov. Comput. Inf. Control* 16: 715-732.

Onat C 2013. A new concept on PI design for time delay systems: weighted geometrical center. *International Journal of Innovative Computing, information and control* 9(4): 1539-1556.

Özyetkin MM, Toprak A 2016. Ağırlıklı geometrik merkez metodu ile pratik PI-PD kontrolör tasarımı. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi* 7(3): 595-605.

Singh SK, Katal N, Modani S 2014. Multi-objective optimization of PID controller for coupled-tank liquid-level control system using genetic algorithm. In: *Proceedings of the Second International Conference on Soft Computing for Problem Solving (SocProS 2012), December 28-30, 2012*, pp.59-66. Springer.

Sundaravadivu K, Arun B, Saravanan K 2011. Design of fractional order PID controller for liquid level control of spherical tank. In: *2011 IEEE International Conference on Control System, Computing and Engineering*, pp.291-295. IEEE.

Tan W, Liu J, Chen T, Marquez HJ 2006. Comparison of some well-known PID tuning formulas. *Computers & chemical engineering* 30(9): 1416-1423.

Tiwari SK, Kaur G, Singh H 2011. Analysis of fuzzy PID and immune PID controller for three tank liquid level control. *International Journal of Soft Computing and Engineering* 1(4).

➢ *ORAL PRESENTATION*

CBS tabanlı akıllı tarımsal ürün yetiştiriciliği-Sivas ili örneği

İzzet Ersoy[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2492-4163*), Önder Gürsoy[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1531-135X*), Rutkay Atun[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9959-2058*)

[*1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Sivas, Türkiye

*ersoy.izzet@hotmail.com

Özet

Sahip olduğu coğrafi konumu nedeniyle meyvecilik açısından dünyanın en elverişli iklim kuşağında yer alan Türkiye'de 2017 yılı verilerine göre yaklaşık 23 milyon ton meyve üretimi, 31 milyon ton sebze üretimi yapılmaktadır. Yaş sebze üretiminde dünya sıralamasında 4. ve yaş meyve üretiminde dünya 5. si konumundadır (FAO). Bu üretimlerin 58 bin tonluk yaş meyve ve 3 milyon ton tarla ürünleri kısmı 277 bin hektar yüzölçümüne Sivas'ta yapılmaktadır (TÜİK). Bu çalışmada, tarım ürünlerinin optimum yetişme alanlarının CBS ortamında belirlenmesi için Sayısal yükseklik modeli, toprak sınıfları ve meteoroloji verileri kullanılmıştır. Sayısal yükseklik modeli verisinden eğim, bakı ve yükseklik haritaları; meteoroloji verilerinden ise bağıl nem, yağış ve sıcaklık haritaları elde edilmiştir. Bu işlemler ArcGIS programında bir araç kutusu (toolbox) altında oluşturulan model içerisinde yapılmıştır. Ardından, toprak sınıfları da sayısallaştırılarak toprak türleri haritası elde edilmiştir. Yağış ve sıcaklık verileri 4 mevsim için (yetiştirilecek ürünün ekim/dikim zamanları göz önünde bulundurulmuştur) 5 yıllık geriye dönük verilerin mevsimsel ortalaması alınarak elde edilmiştir. Tüm bu veriler model parametresi olarak seçilerek, ArcGIS ortamında bir kullanıcı ara yüzü tasarlanmıştır. Ara yüzde kullanıcılara, yetiştirmek istediği ürün veya ürünler için yetişme koşulları belirlemesi seçeneği sunulmuştur. Bu sayede kullanıcının sorgu ekranından seçeceği parametrelere göre Sivas ili içerisinde, o ürüne ait en optimal yetişme alanları belirlenmiştir. Sonuç olarak ürünlerin yetişme koşullarına göre, yetişme potansiyeli ve verimi en yüksek olan alanların CBS ortamında belirlenmesi sağlanmıştır. Yürütülen çalışma ile çiftçiye ve ülke ekonomisine doğrudan katkıda bulunarak, tarımda akıllı üretim ve sürdürülebilirlik hedeflenmiştir. Tasarlanan ara yüzle CBS ile ilgisi olmayan sade çiftçinin basit bir şekilde optimum sonuçları alması sağlanmıştır. Ayrıca uzun analizler gerektiren bu süreç tasarlanan ara yüzle kolay ve hızlı bir hale getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CBS, Tarım, Kullanıcı ara yüzü

GIS-based smart agricultural product cultivation: Sivas province example

Abstract

Turkey, which is located in the most favourable climate zone in the world in terms of fruit growing due to its geographical location, produces approximately 23 million tons of fruit and 31 million tons of vegetables according to 2017 data (FAO). 58 thousand tons of fresh fruit and 3 million tons of field products of these productions are made in Sivas on an area of 277 thousand hectares (TÜİK). In this study, a digital elevation model, soil classes, and meteorological data were used to determine the optimum growing areas of agricultural products in a GIS environment. Slope, aspect, and elevation maps from digital elevation model data; Relative humidity, precipitation, and temperature maps were obtained from meteorological data. These operations were carried out in the model created under a toolbox in ArcGIS program. Then, the soil types were digitized and a soil class map was obtained. Precipitation and temperature data were obtained by taking the seasonal average of the 5-year retrospective data for 4 seasons (taking into account the sowing/planting times of the product to be grown). All these data were selected as model parameters and a user interface was designed in the ArcGIS environment. In the interface, users are given the option to determine the growing conditions for the product or products they want to grow. In this way, the most optimal growing areas of that product were determined in Sivas province according to the parameters that the user will choose from the query screen. As a result, according to the growing conditions of the crops, the areas with the highest growth potential and yield were determined in the GIS environment. With the study carried out, smart production and sustainability in agriculture were aimed at directly contributing to the farmer and the country's economy. With the designed interface, it is ensured that the plain farmer, who is not

related to GIS, gets optimum results in a simple way. In addition, this process, which requires a long analysis, has been made easy and fast with the designed interface.

Keywords: GIS, Agriculture, User interface

GİRİŞ

Sahip olduğu coğrafi konumu nedeniyle meyvecilik açısından dünyanın en elverişli iklim kuşağında yer alan Türkiye'de 2017 yılı verilerine göre 23.154.393 ton meyve üretimi, 30.869.967 ton sebze üretimi ve 2012 yılı verilerine göre 58.791.495 ton tarla ürünleri üretimi yapılmaktadır. Türkiye, yaş sebze üretiminde dünya sıralamasında 4. ve yaş meyve üretiminde dünya 5. si konumundadır (FAO). Yaş meyve-sebze ihracatında ilk sırada domates yer almaktadır ve en çok ihracat ise Rusya Federasyonu'na yapılmaktadır. 2019 yılı itibariyle da toplam tarım alanı büyüklüğü 2.309.492,82 hektardır (TÜİK). Bu üretimlerin 58 bin tonluk yaş meyve ve 3 milyon ton tarla ürünleri kısmı 277 bin hektar yüzölçümüne Sivas'ta yapılmaktadır (TÜİK).

Çalışma alanı Sivas ili sınırlarını kapsamaktadır. Sivas, 37,02 E, 39,45 N enlem boylamları arasında yer alır. Karasal iklime sahiptir (yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlıdır). Meteoroloji verilerine göre; yıllık ortalama sıcaklık 9 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı 431 mm'dir. En yüksek sıcaklık temmuz ayı ile ortalama 40 °C, en düşük sıcaklık şubat ayı ile ortalama -34,4 °C'dir. Yılın ortalama 94 günü yağışlıdır (MGM).

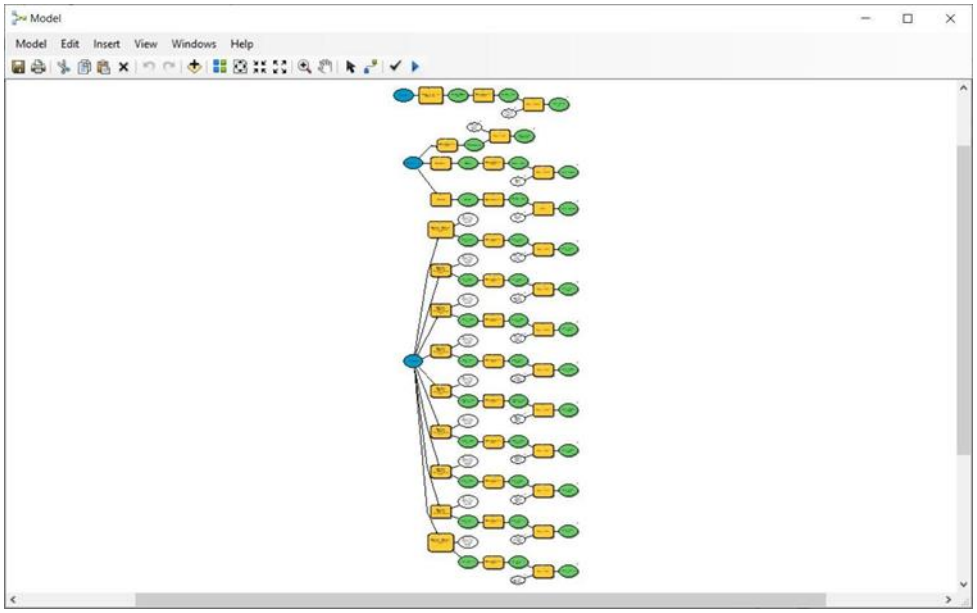
Yaşadığımız bilgi çağında, bilgi teknolojisi çok değişik alanlarda kullanılmaktadır. Özellikle mekanlara bağlı, yer ve konuma dayalı bilgilerin yönetilmesinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ekonomik, politik, sosyal ve kültürel kaynakların yönetimi ve entegrasyonu gibi karmaşık analiz gerektiren uygulamalarda önemli rol oynamaktadır (Akbaş ve ark., 2008).

CBS, bir alan, durum ya da olaylar hakkındaki verileri toplamaya, depolamaya, analiz etmeye, islemeye, yaygınlaştırmaya ve sunmaya yarayan yazılım ve donanım sistemleri bütünü olarak tanımlanmaktadır (Lillesand ve Kiefer, 2000). CBS' de giriş verisinin kaynağını haritalar, hava fotoğrafları, uydu verileri, manyetik ölçümler, küresel konum bulma sistemlerine ait ölçümler ve diğer sayısal değerler oluşturmaktadır. CBS bu verilerin birbirleri ile ilişkilendirilmesine olanak sağlayan, verileri ölçekli haritalar haline dönüştürebilen ve sorgulayabilen özellikler ile donatılmıştır.

Bu çalışmada topoğrafik, meteorolojik ve jeolojik verilerden yararlanarak, belirli bir ürünün yetiştirilme koşullarının sisteme girilmesiyle o ürüne ait koşullar sistemce değerlendirildikten sonra yetişebileceği en verimli yerler kullanıcıya gösterilmektedir.

MATERYAL VE METOD

En uygun tarım ürünlerinin yetiştirilmesi amacıyla sahaya ait topoğrafya, toprak grupları verisi ve meteorolojik verilerden faydalanılmıştır. USGS Earthexplorer internet sitesinden Sivas iline ait sayısal yükseklik modeli verisi indirilmiş, bu veriden eğim, bakı ve yükselti haritaları oluşturulmuştur. Tarım ve Orman bakanlığı sitesinde bulunan Toprak Su dergisinden büyük toprak grupları haritası indirilerek sayısallaştırılmış ve çalışma alanına ait toprak verileri haritası elde edilmiştir. Meteoroloji Genel Müdürlüğünden ise bağıl nem, yağış ve sıcaklık verileri 5 yıllık arşiv verileri kullanılarak indirilmiş, 4 mevsim için 5 yıllık veri ortalamaları kullanılarak bir veri seti elde edilmiştir. Meteorolojik verilerin her mevsim için ayrı oluşturulması, yetiştirilecek ürün için ekim/dikim zamanları değişiklik gösterdiği düşünülerek tasarlanmıştır. Verileri analiz etmek, modellemek, ara yüz oluşturmak ve sonuç haritaları üretmek için tüm aşamalarda ArcGIS programından yararlanılmıştır. Modelin bir görünümü şekil 1 de gösterilmektedir.



Şekil 1. Model görüntüsü

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada yalnızca birkaç parametreye göre değil bir ürünün yetişmesi için CBS ortamında analiz edilebilecek tüm değişkenler hesaba katılarak bir analiz ve yer gösterme işlemi yapılmıştır. Böylece sadece toprak numuneleri alıp, laboratuvar ortamlarında yoğun iş yükü ve zaman kaybı yaşamaksızın daha hassas, hızlı ve en önemlilerinden birisi de kapsamlı bir sonuç alınmaya çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında kullanılacak olan verinin mekânsal çözünürlüğünün hassasiyeti etkileyeceği göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin, bir insansız hava aracıyla oluşturulacak bir sayısal yükseklik modelinde mekânsal çözünürlük daha yüksek olacaktır. Fakat bu işlem, süreci uzatacak ve maliyeti artıracaktır. Bu çalışma kapsamında sayısal yükseklik modeli olarak ücretsiz olarak sunulan "Aster GDEM" verisi kullanılmıştır.

Bu sistem aracılığı ile tarımsal ürün yetiştiriciliğinde yapılan yanlışların önüne geçerek, bilinçli çiftçilik ve daha verimli ürünlerin yetişmesi, tarımda kalitenin ve üretkenliğin artması, hedeflenmektedir. Böylelikle sürdürülebilir bir tarım politikası ile toplumsal kaynak olan topraklarımızın daha aktif ve etkili bir biçimde kullanılması ile bunlardan maksimum fayda sağlanması amaçlanmaktadır. Yapılan çalışmanın bir diğer parametresi toplumsal sağlığı da etkilemektedir. Bilinçsiz yapılan tarım faaliyetlerinde tarımsal ilaçların ve gübrelerin yüksek dozda kullanımını hem toprağı, hem de toplumu olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun yanı sıra ürün verimi ve kalitesi de düşmektedir. Doğru hamlelerle doğru yerlerde yapılan tarımda ise ürün kalitesi ve miktarı artacağı için üreticinin hem toprağa hem ürüne ve hem de insanların sağlığına zararlı olan bu maddeleri kullanma ihtiyacı azalacaktır. Ayrıca ülkemiz bir tarım ülkesi olması dolayısıyla hem ihracatta hem ithalatta avantajlı ve karlı duruma gelecektir.

SONUÇ

Sürdürülebilir kırsal kalkınmanın sağlanabilmesi için doğal ve kültürel potansiyelin saptanıp, ekolojik yapıya uygun alan kullanımlarının belirlenmesi gerekir. Alan planlaması kırsal yaşamın sosyal, kültürel, ekonomik, siyasi ve örgütsel boyutlarını kapsayan geniş bir bakış açısıyla ele alınmalıdır. Yenilenmesi çok zor olan ve bozulduğunda iyileştirilmesi uzun zaman alan toprak kaynakları ideal kullanılmadığında yeteneklerini kaybedebilmektedir. Tarım topraklarının sürdürülebilir kullanımları için, mevcut potansiyellerine ilişkin veri tabanının oluşturulması ve bu veri tabanına göre hazırlanması gerekir (Demir, 2011).

Hazırlanan sistemle yenilikçi, sürdürülebilir ve verimli bir tarım hedeflenmiştir. Kullanıcı için karmaşık olmayan ve kolayca anlaşılıp hızlı sonuç alınan bir program tasarlanmıştır. Basit birkaç adım ile sonuca 2 dakikadan daha az bir sürede ulaşılması da yine bu sistemin avantajlarındandır.

Bu çalışmanın kendi alanındaki yapılmış diğer çalışmalardan farkı, yetişme koşulları bilinen ve toprakta yetişen bütün zirai ürünler için gerçekleştirilmiş bir çalışma olmasıdır.

KAYNAKLAR

Akten M 2008. Isparta ovasının optimal alan kullanım planlaması üzerine bir araştırma. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı.

Atalay, İ. 2006. Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası, 5. Baskı, 454 s.

Başayiğit L, Şenol H 2008. Isparta ili meyve yetiştirme potansiyeli yüksek alanların bazı toprak özelliklerinin coğrafi bilgi sistemleri ile haritalanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(2): 1-8.

Demir M, Demircioğlu N 2011. Alan kullanım planlamasında potansiyel tarım alanlarının ölçütlerinin coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yöntemi ile belirlenmesi (İspir Örneği), Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(3): 77-86.

Demirci R, Erkuş A, Tanrıvermiş H 2002. Türkiye'de ekolojik tarım ürünleri üretiminin ekonomik yünü ve geleceği: Ön araştırma sonuçlarının tartışılması. Türkiye V. Tarım Ekonomisi Kongresi, Erzurum, 197-210.

Ekonomi Bakanlığı. 2012. Türkiye Cumhuriyeti Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü Tarım Ürünleri Daire Başkanlığı Yaş Meyve ve Sebze Sektörü, Sektör Raporları. 3-11.

HGM 2020. Harita Genel Müdürlüğü. Türkiye Mülki İdare Sınırları. Available at: https://www.harita.gov.tr/urun/turkiye-mulki-idare-sinirlari/232 [26.04.20]

MGM 2020. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Çoklu Meteorolojik Parametreler. Available at: https://mevbis.mgm.gov.tr/mevbis/ui/index.html#/MeteorologicParameterOrder [25.04.20]

Saykılı İ, Birdal AC, Türk T 2017. En uygun arazi kullanım planlarının CBS ile incelenmesi: Sivas İli Dikmencik Köyü Örneği. Geomatik Dergisi, 2(3): 126-134.

Tarım Orman 2018. Sivas İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Bitkisel Üretim İstatistikleri 2019 Yılı Verileri. Available at: https://sivas.tarimorman.gov.tr/Belgeler/2018%20Y%C4%B1l%C4%B1%20Faaliyet%20Raporu.docx [03.05.20]

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Investigation of the Use of Global Navigation Satellite Systems (GNSS) in Avionics Systems and Defence Industry

Ömer Yurdakul[1*] (*https://orcid.org/0000-0003-2591-9040*)

[*1]Necmettin Erbakan University, Department of Internal Audit Unit, Konya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: oyurdakul@erbakan.edu.tr

Abstract
Today, the importance of satellite-based global positioning systems (Global Navigation Satellite Systems, GNSS) is increasing due to the widespread use of it. It is used in many fields such as geographical information systems (GIS), cadastral studies, precision agriculture applications, avionics systems and defence industry, especially in the geomatic sector. The first global positioning system operating on a worldwide scale in the world is the GPS (Global Positioning System) established by the USA (United States of America). Later, the USA was followed by the Russian Federation GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema) and then the Chinese BeiDou (Chinese Satellite Navigation System). The installation process of the Galileo system developed by the European Union continues. In addition, systems such as QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) and IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System) serve regionally in the world. As it is known, avionics is a concept used for electronic systems of aircraft, satellites and spacecraft in aviation. Avionics consists of many systems installed on aircraft to perform individual functions and display and management of multiple systems, such as navigation and communication between aircraft systems. On the other hand, the countries that are the founders of GNSS offer these systems free of charge for military and civilian use. In terms of the existence and usage areas of the systems, it has strategic importance, especially in military service. In this respect, in this study, the strategic importance of the military service of GNSS has been emphasized. In this paper, the use of GNSS in avionic systems and defence industry has been investigated. In avionics systems and defence industry, GNSS are used compulsorily due to the need for instant location data in the navigation of vehicles such as civil and warplanes, UAV (Unmanned Aerial Vehicles), AUAV (Armed UAV) and in guiding missiles and rockets. In the literature review on the subject, it has been observed that scientific studies in this field are limited. In this paper, prepared for these purposes, the current situation regarding the use of GNSS in avionics systems and in the defence industry was analysed and thus, contributions were made to users and scientific literature.
Keywords: GNSS, GPS, GLONASS, Avionics Systems, Defence Industry.

INTRODUCTION

Space and satellite-based studies started with the launch of Sputnik-I by Russia on October 4, 1957. In the 1960s, the TRANSIT system was implemented by the US Department of Defense in order to determine the coordinates of military vehicles. This system consisted of 6 satellites located at a distance of approximately 1,100 km from the earth. Due to the inability of this system to fully respond to the needs and the need for location data on a global scale, the first satellite of the GPS was launched by the USA on February 22, 1978 and the installation of the system started. Then the USA was followed by the GLONASS of the Russian Federation and the Chinese BeiDou system (Yurdakul, 2021; URL-1).

Thanks to the rapid developments in space studies and electronics since the beginning of the 1990s, GNSS has entered our daily life and its usage area has become quite widespread. At the point reached today, GNSS; is critical in many fields such as GIS, cadastral studies, precision agriculture applications, hydrography, meteorology, mining, transportation (maritime, railway, road and public transport), communication, emergency response, avionics systems, defence industry and scientific research, especially in the geomatic sector.

In this paper, the use of GNSS in avionic systems and the defence industry has been investigated. In avionics systems and in the defence industry, GNSS is used in the navigation of all kinds of air vehicles (UAV, AUAV, aircraft, etc.) due to the need for instant location data in the guidance of missiles and rockets. In the literature

review on the subject, it has been observed that scientific studies in this field are limited. In this paper prepared for these purposes, the current situation regarding the use of GNSS in avionics systems and the defence industry has been analysed and thus, contributions have been made to users and scientific literature. On the other hand, the countries that are the founders of GNSS offer these systems for military and civilian use free of charge. In terms of the existence and usage areas of the systems, it is strategically important, especially in military use. In this respect, the strategic importance of the military use of GNSS was also emphasized.

MATERIALS AND METHODS

In this section, GNSS such as GPS, GLONASS and BeiDou which serve globally and systems that serve regionally, avionics systems and the place of GNSS in these systems and their use in the defence industry are mentioned. In addition, satellite-based augmentation systems (SBAS et al.) used in landing and take-off of aircraft are also explained.

GPS

In the early 1970s, the idea of establishing a satellite-based global positioning system was born by the US Department of Defense for military purposes (target finding, missile guidance, search and rescue, etc.) that could cover the whole world. The inability of the TRANSIT system to meet the needs was influential in the emergence of this idea. For these purposes, a GPS was designed and its first satellite was launched on February 22, 1978. The system consists of a constellation of nominally 24 satellites (21 primaries, 3 back-ups) in medium earth orbit (MEO) and an Earth-wide ground network for tracking and controlling satellites. The system was declared fully operational in 1995. The system was opened to civilian use on 28 June 1983. However, the GPS signals were intentionally disrupted by the USA by applying Selective Availability (SA) for national security reasons. The use of SA was discontinued on May 1, 2000, to make the system more responsive to civil and commercial users around the world. The basic working principle of the system is as follows; by measuring the duration of the communication between the radio signals emitted by the satellites and the GPS receiver at a point on the Earth, the distance between them is determined and thus the position determination is performed. The system consists of space, control and user segments. The space segment consists of satellites, the control segment consists of control and monitoring stations and antennas and the user segment consists of all users who need location data. The system has 31 active satellites as of November 2022 (Yurdakul, 2021; Hegarty, 2017; Kahveci and Yıldız, 2017; URL-1; URL-2).

GLONASS

It is a system produced by the Russian Federation in the early 1970s to increase the accuracy of ballistic missiles in real-time location, speed detection and targeting. The first satellite of GLONASS, the second system operating on a global scale after GPS, was launched on October 12, 1982 and was officially announced in 1983. With the possession of 12 satellites on September 24, 1993, it started to serve in the military field. It reached full operational capacity in 1995 by completing the number of satellites to 24 and it was opened to civilian use in the same year. With the deterioration of the Russian economy towards the end of the 1990s, investments in the system stopped, the modernization of the satellites could not be realized and therefore the number of active satellites decreased to 7 in 2001. Since 2001, Russia has increased its investments to re-run the system and completed 24 satellite sets in 2011, making it operational on a global scale. The design of the system is similar to GPS and consists of 24 satellites. The system has 22 active satellites as of November 2022 (Yurdakul, 2021; Revnivykh et al., 2017; Kahveci and Yıldız, 2017; URL-3).

BeiDou

Developed by the People's Republic of China, the BeiDou system is a satellite navigation system developed in the 1980s considering the country’s national security, economic and social development needs. The project was implemented with a three-step strategy. The first step was to establish the Beidou-1 system to serve the whole country until the end of 2000. Step 2 is targeted to complete BeiDou-2 to serve the Asia-Pacific region by the end of 2012 and step 3 is to complete the BeiDou system to serve worldwide around 2020. The first experimental satellite was launched on October 31, 2000. The implementation of BeiDou-2 started in 2004 and at the end of 2012, it was announced that it started to serve in the Asia-Pacific region. As the third step, it was announced that the BeiDou system with global coverage was completed with its satellite launched on June 23, 2020. Thus, it

became the third global positioning system in the world after GPS and GLONASS. The system has 45 active satellites as of November 2022 (BeiDou NSS, 2021; Yang et al., 2017; URL-4; URL-5).

Galileo

The Galileo system, developed by the European Union (EU) countries in 2000, was designed as a project to be carried out by the European Space Agency (ESA). In the implementation of the Galileo system; various reasons such as the GPS being disabled or closed for any reason, political, military and economic reasons, the accuracy provided by the GPS to civilian users depending on time and location and the inadequacy of the GPS, especially in the northern regions of Europe, were effective. Its first experimental satellite was launched on 28 December 2005 and its first operational satellite was launched on 21 October 2011. The system is similar to GPS and GLONASS and is designed to work with these two systems. The system started its first service on December 15, 2016. As of November 2022, the system, which has 24 active satellites, continues to reach full capacity (Falcone et al., 2017; URL-6; URL-7).

Regional Systems

Apart from the positioning systems described above, there are systems that work on a regional scale developed by some countries. These are the Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) developed by Japan and the Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS) developed by India. The QZSS, the first satellite of which was launched on September 11, 2010, is planned to work with 4 satellites. The system is designed in a structure similar to GPS. QZSS has been serving Japan and surrounding countries since November 2018. It is planned to add 3 more satellites in 2023 to the system, which has 5 active satellites as of November 2022. The first satellite of IRNSS, developed by India, was launched on 1 July 2013 and is designed to work with 7 satellites. The seventh satellite of the system was launched on 12 April 2018 and has been serving India and surrounding countries since that date. The system has 7 active satellites as of November 2022. Apart from these two systems, some countries such as South Korea and Turkey continue to work on establishing a regional system. (Han et al., 2022; Yurdakul, 2021; Hein, 2020; Büyük et al., 2019; Icen, 2018; Kogure et al., 2017; URL-8; URL-9). Table 1 below provides information on global and regional systems.

Table 1. Information on global and regional systems (Han et al., 2022; Yurdakul, 2021; Hegarty, 2017; Revnivykh et al., 2017; Yang et al., 2017; Falcone et al., 2017; URL-1 - 9).

Parameter	**GPS**	**GLONASS**	**BeiDou**	**Galileo**	**QZSS**	**IRNSS**
Country	USA	Russia	Chinese	EU	Japan	India
Scope of service	Global	Global	Global	Global (planning) Regional (currently)	Regional	Regional
First satellite launch	22 February 1978	12 October 1982	31 October 2000	28 December 2005	11 September 2010	1 July 2013
FOC (Full operational capability)	17 July 1995	18 January 1996 8 December 2011	23 June 2020	The plan was for 2020.	November 2018	April 2018
Basic number of satellites	24	24	35	30	4 + 3	7
Number of satellites available	31	22	45	24	5	7
Orbital planes	6	3	3	3	4	3
Height above ground	20.200 km	19.140 km	21.528 km	23.616 km	~ 36.000	~ 36.000
Full orbital time	11 h 58 min	11 h 15 min 44 sec	12 h 50 min	14 h 04 min 45 sec	23 h 56 min	23 h 56 min
Coordinate system	WGS-84	PZ-90	CGCS2000	GTRF	JGS	WGS-84

Satellite-Based Augmentation Systems (SBAS)

Satellite-based augmentation systems (SBAS) are systems designed to improve the performance of standard GNSS positioning. SBAS has generally been implemented by civil aviation authorities to improve air navigation services. However, SBAS services have been widely adopted by other user communities because the signals are free and easily integrated into GNSS receivers. Its working principle is to determine a high-accuracy location with data obtained from satellites, which are connected to the control centre via a communication channel (internet, satellite, etc.) and a large number of reference stations spread over a wide area on the earth. In this way, it is ensured that especially aircraft and ships follow the route safely. SBAS systems consist of space, control and user segments as

in GNSS. SBAS systems available today are WAAS (USA), SDCM (Russia), BDSBAS (China), EGNOS (EU), MSAS (Japan), GAGAN (India), KASS (South Korea), SACCSA (South and Central America and Caribbean), A-SBAS (ASECNA, Africa) and SouthPAN (Australia and New Zealand). In addition to these, there are ground-based augmentation systems (GBAS), aircraft-based augmentation systems (ABAS) and avionic-based integrity augmentation systems (ABIA) developed as alternatives to SBAS systems (Yurdakul, 2021; Walter, 2017; Sabatini et al., 2016; URL-10).

Avionics Systems

Avionics was coined in the late 1930s by combining the words AVIation and electrONICS, a word meaning "aviation electronics". Avionics systems is a general name given to electronic systems installed on aircraft to perform many individual functions such as navigation, communication, tracking, aircraft flight control system, fuel systems, collision avoidance systems, flight recording systems, radar, sonar and multiple systems monitoring and management. Avionics systems consist of multiple applications and various equipment that involve multi-purpose, multi-capable and multi-process tasks. World War II and the ensuing Cold War years provided the incentive for many scientific research and technological developments that led to the growth of avionics systems. Today, avionics systems account for up to 50% of the flying cost of an airborne military platform. They are the basic components of manned aircraft, UAVs, missiles and weapons (Wang and Zhao, 2020; Moir and Seabridge, 2006).

Avionics systems are basically divided into three levels: (1) it is an aircraft flight organization and management system based on the flight plan, taking into account the airspace management, targeting the meteorological environment. (2) flight route guidance, traffic situation awareness, flight mission identification, flight organization decision, flight safety surveillance, flight information management, etc. It is the capability organization centre of the aircraft system that provides the capabilities. (3) is an aircraft equipment organization and management platform that meets the needs of hosted applications and the requirements of the organization's operating modes, logical processing capabilities, operation process efficiency, operating conditions, capability state management and validity. Avionics systems are generally the mission platform of aircraft. It refers to a targeted, planned and organized flight process and organization of activities in accordance with the mission of the aircraft, the needs of the flight and the environmental conditions (Wang and Zhao, 2020).

The GNSS module in aircraft avionics must be equipped with at least two GNSS satellite receivers to determine the aircraft's navigation parameters during flight. To cross-check the coordinates of the obtained aircraft position, at least two receivers are needed. In this case, the resulting position of the aircraft will not be affected by systematic and incidental errors caused by only one receiver. Figure 1 shows the place of GNSS in avionic systems. The framework for the implementation, operation and application of GNSS technology in aviation has been defined by the International Civil Aviation Organization (ICAO) (Krasuski et al., 2020). The main board containing the avionics system is generally; it is equipped with the core autopilot, a sensor package including GPS/GNSS, Inertial Measurement Unit consisting of three gyros, three accelerometers and two pressure ports, one for barometric altitude and the other for true airspeed (Bayraktar et al., 2004).

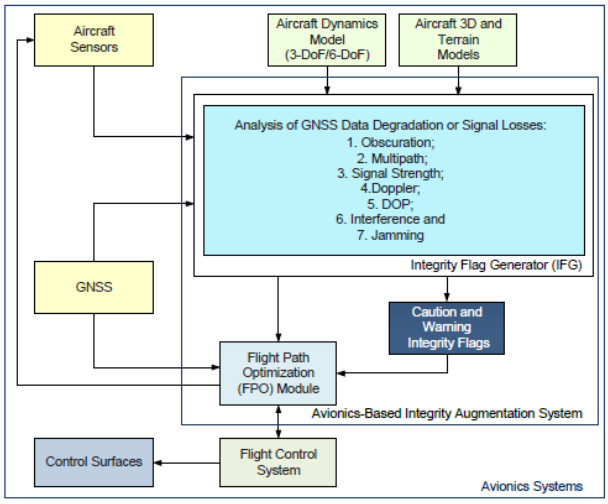


Figure 1. The place of GNSS in avionic systems (Sabatini et al., 2016)

Use of GNSS in the Defence Industry

GNSS and navigation systems play an important role in defence (aircraft, rocket, missile, etc.) systems. These systems are generally used in all kinds of land, air and sea vehicles, short and long-range missiles and rockets, and are widely used for locating military units and defining the terrain. Typically, standard navigation algorithms combine information from many sources (multiple sensors, pre-recorded maps, etc.) to estimate the vehicle or object's attitude, angular ratios, altitude, speed, and position relative to some fixed reference point or some target. Advanced navigation systems can also be used for mapping, obstacle detection, locating, etc. includes. Navigation outputs affect flight performance and mission success (Nonami et al., 2010).

GNSS; in addition to being used in military vehicles and equipment such as aircraft, UAV/AUAV, rockets and missiles, it is an important and indispensable tool for locating military units, for better locating their own geographical locations, determining the location of enemy targets and better defining the coordinates of the terrain. For example, the military applications of GPS for the USA have been reported as one of the most important elements of military units and fighter jets both in the Cold War era and in Afghanistan and Iraq operations (Lee and Steele, 2014).

Aircraft, missile systems and military systems with autonomous navigation capability are intended to operate in all conditions and in all modes. They are expected to have adequate sensing or decision-making abilities to deal with targets that may actively attempt to defeat these systems. One of the most important security vulnerabilities of systems is that they can be subject to signal and trace loss due to errors that occur in some unfavourable environments. For these reasons, it is considered mandatory to combine GNSS with alternative systems such as inertial navigation systems (INS). However, there is increasing interest in non-GNSS-based guidance systems that can operate in environments where GNSS anti-interference protection and GNSS are not possible (Boulanin and Verbruggen, 2017; Montenbruck, 2017).

GNSS is an important tracking system for Earth-orbiting satellites as well as ballistic spacecraft and ballistic missiles that stay in space for only a limited time before returning to the ground. As shown in Figure 2, missiles ordered to go on a location hit the specific geographic location of the target via GNSS coordinates (Montenbruck, 2017; Boulanin and Verbruggen, 2017).

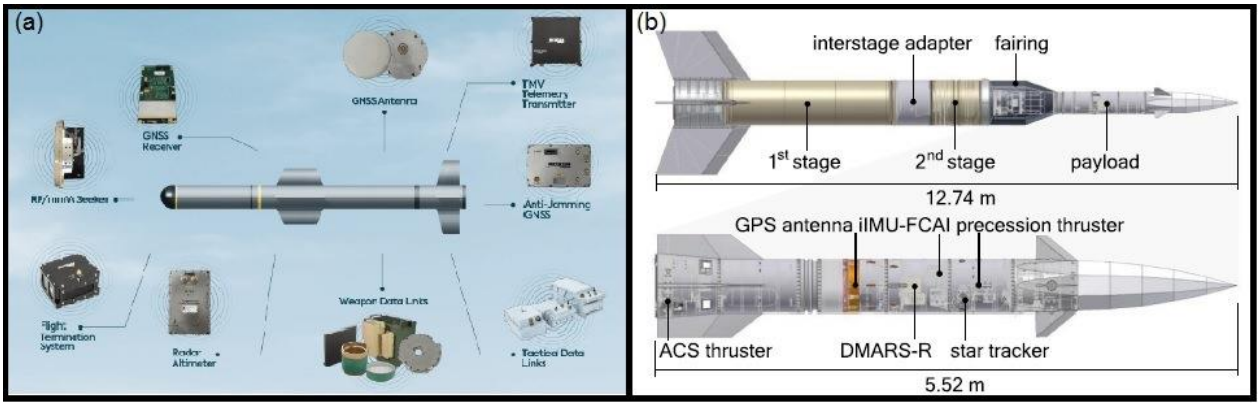


Figure 2. Use of GNSS in missiles (a: Meteksan guided missile, URL-11) and rockets (b: SHEFEX-2 rocket, Braun, 2019)

RESULTS and DISCUSSION

GNSS; It provides 3D and real-time location, speed and time information for all kinds of air, land and sea platforms. In particular, determining the positions of aircraft and monitoring the flight route are very important in terms of airspace control, security and prevention of violations (Icen, 2018). The existence and maintenance of these systems; it has become mandatory in terms of security, economic, civil needs, scientific and commercial demands. Meeting these needs is the main purpose of navigation policies (GPS Report, 2008). As explained above, GNSS has become an important element of both avionic systems and the defence industry. With the developing technology, the usage areas of the systems are becoming widespread. As seen in Figure 3, it is seen that GNSS is used in aviation and drones with a maximum rate of 62% among all usage areas. The field of aviation is understood as military and civil aviation. It has strategic importance with its use in all kinds of air platforms, missiles and rockets in the military field.

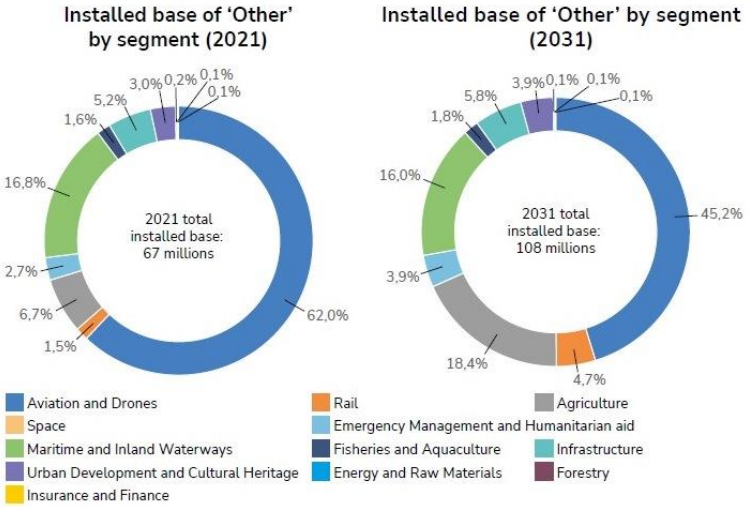


Figure 3. Usage areas of GNSS (EUSPA, 2022)

CONCLUSION

In this study, the use of GNSS in avionic systems and the defence industry was investigated. For this, first of all, the use of GPS, GLONASS, BeiDou system, Galileo, QZSS and IRNSS systems and GNSS in the avionics systems and the defence industry are mentioned. With this study, the main purposes of GPS, which was started to be developed by the US Department of Defense during the cold war years, and GLONASS developed by Russia and other systems, to meet military needs, aircraft, rockets, etc. it has been seen that the vehicles can be directed to the desired targets.

It has been understood from the explanations above that GNSS is an important element in avionic systems and all kinds of vehicles used in the defence industry, as well as missiles and rockets. Especially in the military field;

military vehicles and personnel transport, preventing military aircraft from deviating from the determined route during reaching and returning to the target, detecting the coordinates of the target and hitting them with high accuracy, commanding UAVs / AUAVs, search and rescue, etc. use in areas has a critical importance (Zorlu, 2009). However, there is no guarantee that the GNSS services provided in war and similar situations will not be interrupted or that the signals will not be mixed (Icen, 2018).

As a result of the study, it can be stated that it is of vital importance for the countries of the world to establish independent positioning systems that can eliminate the dependence on the systems of other countries or to produce alternative solutions in order to achieve strategic superiority in the field of defence and ensure their national security.

REFERENCES

Bayraktar S, Fainekos GE, Pappas GJ 2004. Experimental Cooperative Control of Fixed-Wing Unmanned Aerial Vehicles. 43rd IEEE Conference on Decision and Control December 14-17, 2004, Atlantis, Paradise Island, Bahamas.

BeiDou Navigation Satellite System 2021. Open Service Performance Standard May 2021, (Version 3.0), China Satellite Navigation Office, Chinese.

Boulanin V, Verbruggen M 2017. Mapping The Development of Autonomy in Weapon Systems, Stockholm International Peace Research Institute, Sweden.

Braun B 2019. Performance Analysis of GNSS-Aided Inertial Navigation Systems on Spinning Flight Vehicles. Journal of Spacecraft and Rockets, Vol: 56, https://doi.org/10.2514/1.A34403.

Büyük S, Örengül ÖU, Başibüyük AC, Tuğcular U, Şişman TC, Tola C 2019. Preliminary Orbit Design for Turkish Regional Navigation Satellite System, 9th International Conference on Recent Advances in Space Technologies (RAST), 279-284, doi: 10.1109/RAST.2019.8767832.

EUSPA 2022. EUSPA EO and GNSS Market Report. The European Union Agency for the Space Programme (EUSPA), the European Commission (EC), Luxembourg Publications Office of the European Union, ISBN 978-92-9206-059-6, doi: 10.2878/94903.

Falcone M, Hahn J, Burger T 2017. Galileo. Chapter 9 in Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems, Eds. Teunissen PJG, Montenbruck O, Springer International Publishing, Switzerland.

Global Positioning System (GPS) Report 2008. A Report to Congress. Department of Defense, 31 October 2008, USA.

Han K, Lee S, You M, Won JH 2022. A Comprehensive Evaluation of Possible RNSS Signals in the S-Band for the KPS. Sensors, 22(6), https://doi.org/10.3390/s22062180.

Hegarty CJ 2017. The Global Positioning System. Chapter 7 in Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems, Eds. Teunissen PJG, Montenbruck O, Springer International Publishing, Switzerland.

Hein GW 2020. Status, perspectives and trends of satellite navigation. Satellite Navigation, 1:22, https://doi.org/10.1186/s43020-020-00023-x.

Icen E 2018. Global And Regional Positioning Satellite Systems And A Proposal For Turkey. M.Sc. Thesis, Istanbul Technical University, Graduate School Of Science Engineering And Technology, Istanbul, Turkey.

Kahveci M, Yıldız F 2017. GNSS Uydularla Konum Belirleme Sistemleri Teori – Uygulama. 8th Edition, Nobel Academic Publishing Education Consultancy Lim. Comp., No: 363, Ankara, Turkey.

Kogure S, Ganeshan AS, Montenbruck O 2017. Regional Systems. Chapter 11 in Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems, Eds. Teunissen PJG, Montenbruck O, Springer International Publishing, Switzerland.

Lee RJ, Steele SL 2014. Military Use of Satellite Communications, Remote Sensing and Global Positioning Systems in the War on Terror. Journal of Air Law and Commerce, Vol: 79, Issue: 1, https://scholar.smu.edu/jalc/vol79/iss1/2.

Moir I, Seabridge AG 2006. Military Avionics Systems. John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 0-470-01632-9, England.

Krasuski K, Ciećko A, Bakuła M, Wierzbicki D 2020. New Strategy for Improving the Accuracy of Aircraft Positioning Based on GPS SPP Solution. Sensors, 20 (17), https://doi.org/10.3390/s20174921.

Nonami K, Kendoul F, Suzuki S, Wang W, Nakazawa D 2010. Autonomous Flying Robots Unmanned Aerial Vehicles and Micro Aerial Vehicles, Springer, ISBN 978-4-431-53855-4, DOI 10.1007/978-4-431-53856-1.

Montenbruck O 2017. Space Applications. Chapter 32 in Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems, Eds. Teunissen PJG, Montenbruck O, Springer International Publishing, Switzerland.

Revnivykh S, Bolkunov A, Serdyukov A, Montenbruck O 2017. GLONASS. Chapter 8 in Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems, Eds. Teunissen PJG, Montenbruck O, Springer International Publishing, Switzerland.

Sabatini R, Moore T, Hill C 2016. Avionics-Based GNSS Integrity Augmentation Synergies with SBAS and GBAS for Safety-Critical Aviation Applications. IEEE/AIAA 35th Digital Avionics Systems Conference (DASC), Sacramento, CA, USA.

URL-1: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_GPS_satellites [10.11.2022]

URL-2: https://www.gps.gov/systems/gps/space/ [10.11.2022]

URL-3: https://www.glonass-iac.ru/glonass/sostavOG/ [10.11.2022]

URL-4: http://www.beidou.gov.cn/xt/xtjs/ [10.11.2022]

URL-5: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_BeiDou_satellites [10.11.2022]

URL-6: https://www.esa.int/Applications/Navigation/Galileo [11.11.2022]

URL-7: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Galileo_satellites [11.11.2022]

URL-8: https://qzss.go.jp/en/ [14.11.2022]

URL-9: https://www.isro.gov.in/IRNSS_Programme.html [14.11.2022]

URL-10: https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/SBAS_Systems [16.11.2022]

URL-11: https://www.meteksan.com/en/news/high-technology-innovative-systems-for-missile-platforms [24.11.2022]

Walter T 2017. Satellite Based Augmentation Systems. Chapter 12 in Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems, Eds. Teunissen PJG, Montenbruck O, Springer International Publishing, Switzerland.

Wang G, Zhao W 2020. The Principles of Integrated Technology in Avionics Systems. Shanghai Jiao Tong University and Elsevier Inc. Press. ISBN: 978-0-12-816651-2.

Yang Y, Tang J, Montenbruck O 2017. Chinese Navigation Satellite Systems. Chapter 10 in Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems, Eds. Teunissen PJG, Montenbruck O, Springer International Publishing, Switzerland.

Yurdakul Ö 2021. CORS-TR Ölçmelerinde GLONASS'ın Konum Doğruluğuna Etkisi: Konya Örneği. Ph.D. Thesis, Necmettin Erbakan University, Institute of Science, Konya, Turkey.

Zorlu N 2009. Küresel Uydu Yönbulum Sistemlerine (GNSS) Genel Bir Bakış, Avrupa'nın Galileo Yönbulum Sistemi Türkiye İçin Çıkarımlar. Master Thesis, Air Force Academy, Institute of Aviation and Space Technologies, Istanbul, Turkey.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Visual inspection system design and default detection for high reflective material products

Mehmet Kayğusuz[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2188-8582*),
İsmail Temiz[2] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-6578-848X*),

[*1]Marmara University, Institute of Pure and Applied Sciences, Mechatronic Engineering Department, Istanbul, Turkey.
[2]Marmara University, Faculty of Technology, Mechatronic Engineering Department, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: mehmetkaygusuz@marun.edu.tr

Abstract

Visual inspection systems are widely used in production facilities to detect small defects. Defect control of different groups of products in the same visual control system is a complex process. This study provides a generalized, adaptable quality control method of serigraphy products with different material, color, model and size information is emphasized. The high variety of test products makes geometric measurement-based control impossible. For that reason matching and comparison based control method is required. This method requires reference and test image for default inspection and default matrix is generated by comparing these images. In a comparison-based inspection solution, pixel level matching and alignment of two images for comparison are important parts of the solution. This paper provides a comprehensive review to the state of the art of the feature point extraction, matching accuracy and default detection methods.

Keywords: Print out inspection, image registration, image alignment, point matching

INTRODUCTION

Serigraphy is a type of surface printing applied to different surfaces such as metal and glass with different colors and components and it is widely used in white goods products. Serigraphy surfaces are require a highly sensitive, easily adaptable quality control process. Precise quality control depends on pattern color and pattern diversity. For these generalized quality inspection solution is required. Contour feature extraction, shape matching and image registration based comparison methods are frequently used for visual quality control of print out products (Haıyong Chen, 2018). Contour feature extraction in the 2D geometric plane is one of the basic applications of image processing. Contour properties give shape extraction, length, angle and other important information in the image matrix. Contour features are frequently used in mass production quality control applications on the same products (Yang Li, 2002). One of the other inspection algorithm is the shape matching method. This method is divided in two, border-based approach and a region-based approach. While detection shape of regions with border-based approach, interior features can be ignored. Region-based matching method is used for default detection in which properties such as area, compactness and eccentricity (Jianning Xu, 2008). The image recording method, on the other hand, refers to the feature extraction by point-based matching between the error-free reference image and the test image and then detects the error rate by creating the difference matrix.

In the study on textile products (Jing Junfeng, 2010), image segmentation was applied to detect edge regions on the image obtained with the signal received from the encoder. Then the amount of deviation in the segmented images was determined as an error rate. In another study, the flexible printed circuit is used image registration method. Huang et al. applied shape alignment on the test image using a reference image and then they determined the error matrix (Jie-Xian Huang, 2010).
In the study of Fernandez et al. (2017), default zone detection based on reference position was made with geometric operations applied on the image matrix in order to detect the fractures on the edge milling heads. The error rate was determined according to the amount of edge deviation in the test regions obtained. Yang et al. (2016), in his study based on shape matching, proposed a method to eliminate the points that reduces the accuracy and increases

the computational cost among the obtained matching points. In the proposed method, a shape pattern consisting of a small number of point clusters is obtained by making use of the curvatures on the shape. M.Rodriguez et al. (2020), aimed to increase the matching accuracy between two images with a deep learning-based affine geometry estimator. He used the local maximum points to obtain the transform matrix. Thus, they obtain high matching accuracy with small point data. Dainel Barath (2022) proposed the GC-RANSAC algorithm to provide energy efficiency for geometric model prediction. Neighbor point size and weight were optimized from local optimum point clusters. Ufuk Efe et al. (2021), concluded high accuracy in his comparison study applied with deep learning and SIFT based matching method. Armin Moghimi et al. (2021), in his study comparing blob detection algorithms and corner detection algorithms to test the point matching sensitivity and showed that corner detection algorithms are more sensitive to variables such as illumination and resolution, but corner detection algorithms have higher sensitivity.

MATERIALS AND METHODS

Visual Defect Detection System

Serigraphy products defect inspection system consists of 3 parts. Image acquisition system, image processing algorithm, control system. The system block diagram is as shown in figure 1.

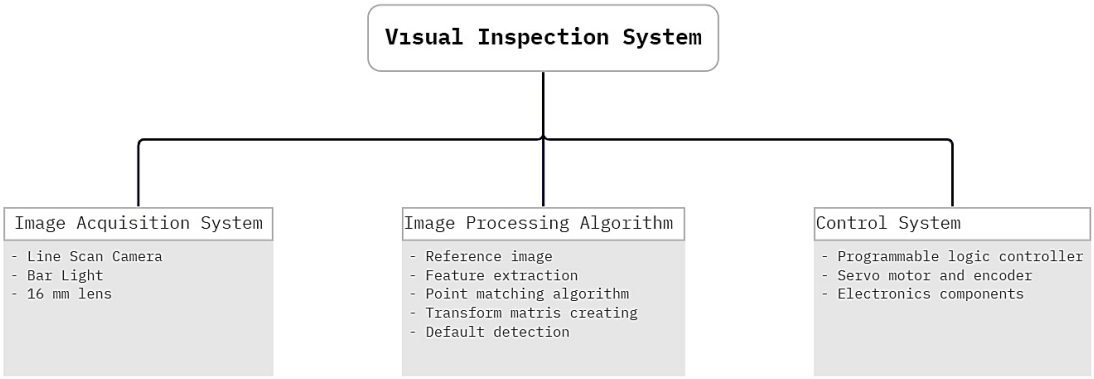


Figure 1. Viual inspection system

Image acquisition system includes a 2 MP camera with an 80 kHz scanning rate, two white bar illumination that are placed at an angle of 45 degrees and a 16 mm lens. The line scan camera is placed 130 mm above from the working area. Bar illuminations are to prevent reflections by illuminating the parallel points of the camera's field of view. The control system consists of a programmable logic controller, servo motor, driver and other electronic components. The visual inspection system is as shown in figure 2.

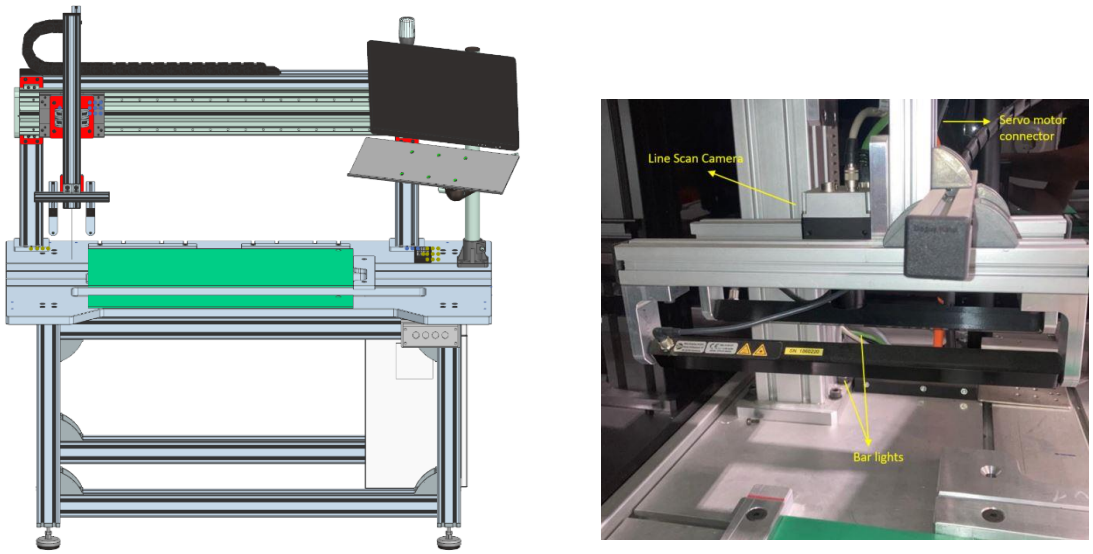


Figure 2. Viual defect detection system

The control process starts with the placing the workpiece into the control band. Initial settings are selected according to the product group. The servo mechanism, which is requested to move with a constant speed, sends a signal to the plc at the point where it constant velocity. Plc sends image acquisition signal to the camera. The result image refers to the reference image in the image registration algorithm. Reference image is saved in the memory for comparison algorithm. The reference image acquisition settings are also adjusted for the test products and used for the default detection algorithm.

Visual Defect Detection Algorithm

The visual defect detection algorithm consists of four parts.

- Reference model creation
- Feature extraction
- Point matching and transformation matrix generation
- Detecting default region

The visual defect detection system work flow chart is as shown in figure 3.

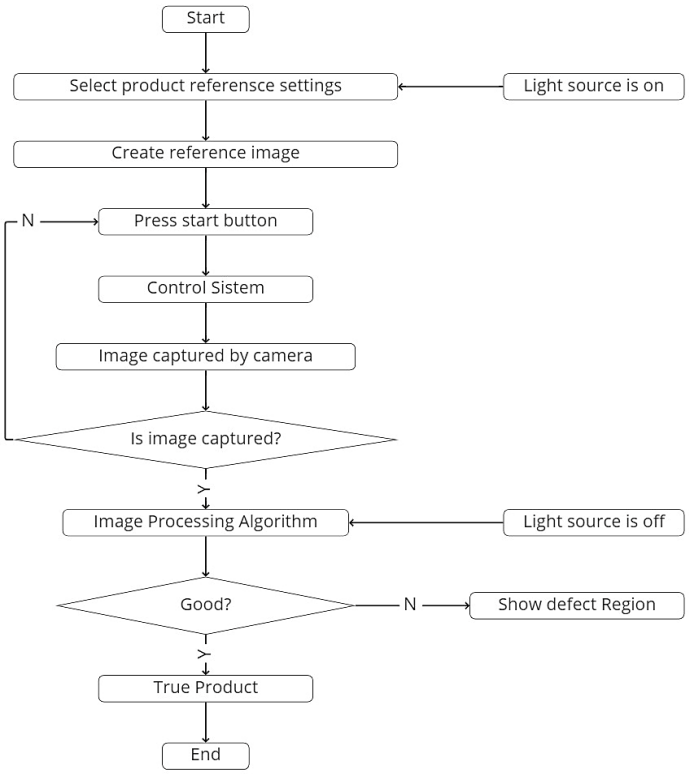


Figure 3. System Workflow

The accuracy of the reference serigraphy image should be checked by the operator. In addition, small noises should be cleaned in order not to cause errors in the test product. For this reason, instead of the whole image, only the regions to be controlled should be segmented from the overall image. Reference region extraction was obtained by using contour features such as area, length and shape. The features extraction algorithm that was created for the reference image is also used for the test image. After the control regions are cleared of external noise, the feature extraction step is started. Scale Invariant Transformation (SIFT) algorithm was used for feature extraction. The feature points obtained for the reference and test image are matched with the Fast Library for Approximate Nearest Neighbors (FLANN) matching algorithm. Two datasets are used for FLANN matching. The nearest neighbor points are matched between the point datasets. This matching points are used for similarity. The similarity transform matrix is generated using the Random Sample Consensus (RANSAC) estimator. Finally, the difference matrix between the two images refers to the error rate. The defect detection result is as shown in figure 4.

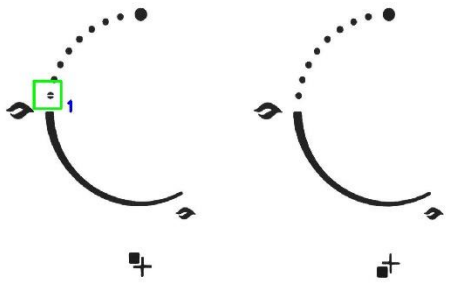


Figure 4. Default detection result

Feature Extraction and Point Based Matching

In order to obtain the control regions with high accuracy, contour based filtering and feature extraction methods are applied first. Feature extraction on the planar geometric shapes is expressed by hu moment invariants. The feature matrix center point extraction is as in the equation 1 and 2.

$$\mu_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}(x-\overline{x})^p(y-\overline{y})^q\rho(x,y)d(x-\overline{x})d(y-\overline{y}) \quad (1)$$

$$\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}},\ \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}} \quad (2)$$

The result points are used to extract the screen printing regions from the entire area. Areas other than this are masked, thus eliminating the effect of error that may occur in regions other than serigraphy. SIFT, a point-based mapping method, uses the intensity change rate that occurs in pixels as key points. Thus, it allows feature points extraction without being affected by factors such as scale, rotation, brightness. It uses the key feature vectors it created to match between two images. Then, according to the k-Nearest Neighbors (KNN) algorithm, two points with the smallest Euclidean distance are obtained. First point represents the best match point. Finding the second point was proved by David G. Lowe (2012) to obtain higher point accuracy in different conditions such as rotation, illumination, noise and scale. According to the results, the matching coefficient for key point selection was determined as 0.8. This coefficient provides higher matching accuracy. It also ensures the elimination of error points.

$$W_i = \begin{cases} correct\ points, & if\ \sqrt{{x_i}^{real}-{x_i}^{ref})^2-({y_i}^{real}-{y_i}^{ref})^2} < 0.8*(({x_j}^{real}-{x_j}^{ref})^2-({y_j}^{real}-{y_j}^{ref})^2) \\ not\ correct\ points, & others \end{cases} \quad (3)$$

In the equation 3, w is represents the set of vector points to be obtained. (x_i,y_i) is the first KNN point, and (x_j,y_j) is represents the second KNN point.

Feature Matching and Parameter Estimation

Match points obtained from the test and reference image are used for feature comparison and default detection. This requires image alignment between the test and reference image. The reason is that there are certain scale and rotation factors between the test and reference points of the obtained feature matrix. For this reason, the transformation matrix is calculated to find the similarity measure between the two vector sets.

The obtained transformation matrix is applied to the test image and the default detection step is started. The applied transformation matrix is as follows in the equation 4;

$$\begin{bmatrix} x_r \\ y_r \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g\cos\alpha & -g\sin\alpha & T_z \\ g\sin\alpha & g\cos\alpha & T_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_t \\ y_t \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

The r subindex represents the variables of the reference image, the t subscript the variables of the test image and the a, g, T_z, T_y the transformation parameters. Homogeneous reference points in the test image are obtained by multiplying by the transformation matrix.

Default Detection

An error matrix is created between the reference and homogenized test images to extract the error points. The equation 5 is as follows. B is the difference matrix, M_t is the test image pixel value and M_r is represents the reference image pixel value.

$$B = \begin{cases} 1 & |M_t(x,y) - M_r(x,y)| \\ 0 & others \end{cases} \quad (5)$$

As a result of the difference matrix, the error matrix is defined.

RESULTS and DISCUSSION

The analysis result of the proposed algorithm on different error types is shown in Figure 4.

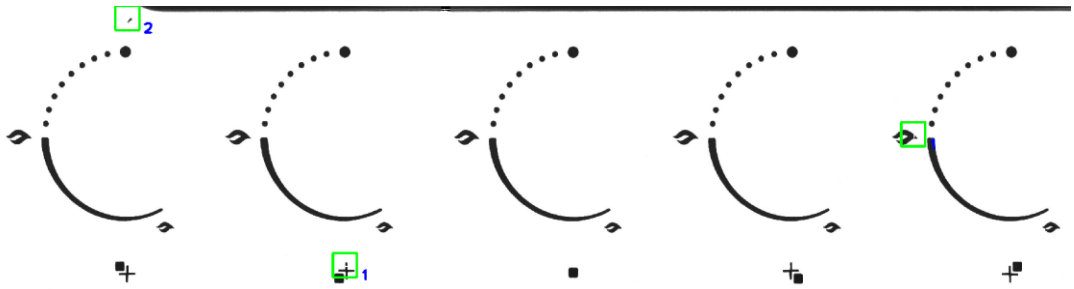


Figure 4. Analysis of proposed algorithm

In order to improve matching accuracy and speed performance on serigraphy products with similar patterns, a separate control method was applied by dividing the image data. Thus, the mismatch effect of matrix values such as the same scale, rotation, etc., which are out of position, is reduced. In Figure 5, the mismatch density is shown as a result of the analysis of the whole image.

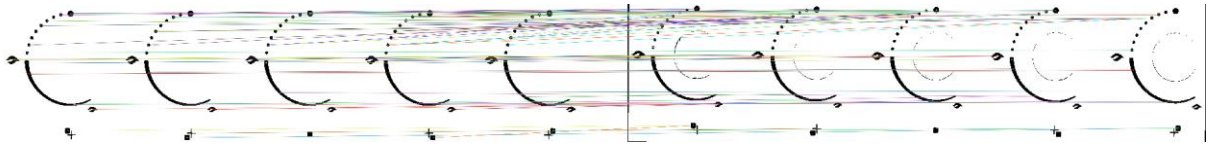


Figure 5. Mismatch density with all sample

Also, mismatch points cause scale error to occur in the rotation matrix in the image alignment step. This situation appeared as a fault in the difference matrix. For this reason, image splitting and knn algorithms are used to eliminate error points. Mismatch situations arising from the similarity of points expressing different characteristics can be eliminated depending on the clustered neighborhood distance of the points (An Yong, 2016). In the proposed method, the segmentation algorithm that varies according to the product groups and the matching accuracy as a result of the knn and faulty point elimination algorithm are shown in Figure 6.

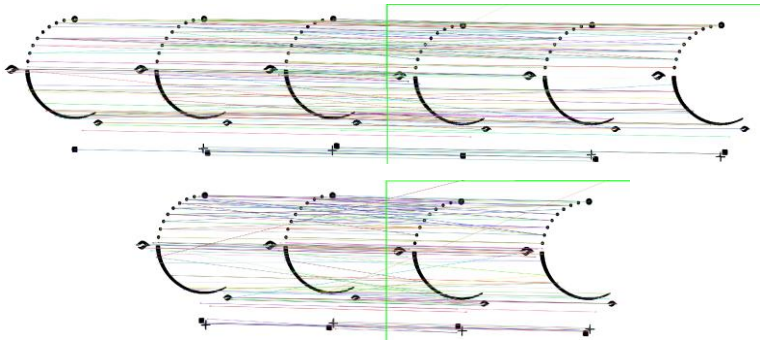


Figure 6. Split region and KNN based algorithm

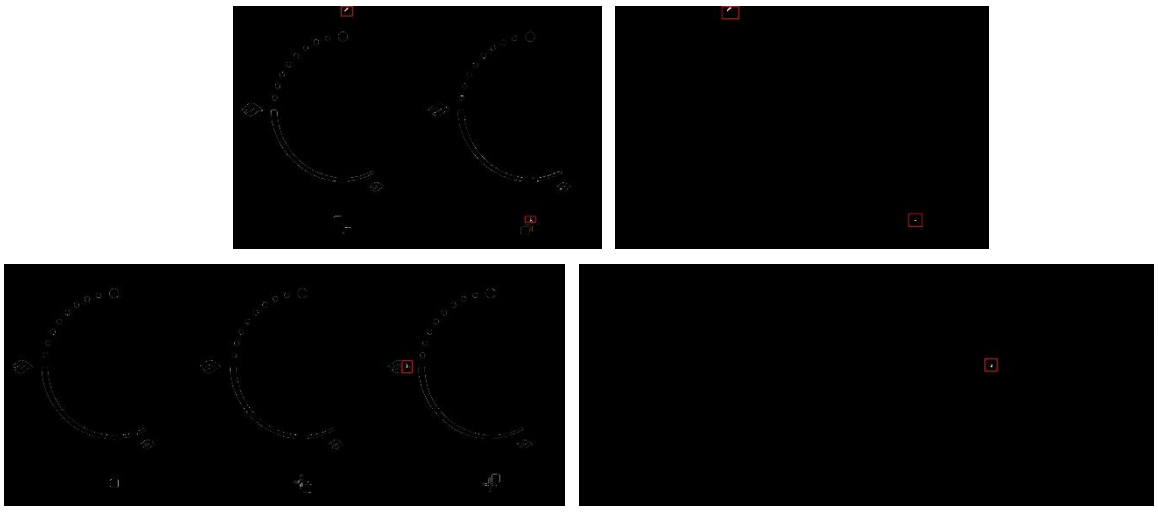


Figure 7. Differences between two images (left), after morphology (right)

Environmental and system conditions affect the difference matrix obtained at different times. In Figure 7, the result of the comparison resulting from this difference is shown in the left part. Real fault regions contain higher pixel density. For this reason, by applying morphological operations to this matrix, the error zones are clearly determined in the right part of figure 7.

CONCLUSION

In this study, fault region analysis of the printing quality of serigraphy products with different specifications. Initial settings such as lighting current and function parameters of product with different features are provided with the model selection feature added to the user interface. In our study, that we performed reference-based fault analysis, image alignment and point matching methods were applied by utilizing the geometric properties of feature points on the both images. Image splitting and knn methods have been applied to reduce the mismatching of feature points. These methods significantly increased matching accuracy. Experimental results showed that the applied methods gave high precision results in the fault analysis process of serigraphy products. In addition, the proposed model can be easily adapted to different products with parameter settings.

REFERENCES

An Yong, Zheng Hong, 2016. SIFT matching method based on K nearest neighbor support feature points, IEEE International Conference on Signal and Image Processing (ICSIP).

Armin Moghimi, et al, 2021. Comparison of Keypoint Detectors and Descriptors for Relative Radiometric Normalization of Bitemporal Remote Sensing Images, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 14: 4063 - 4073.

CongYang, et al, 2016. Shape-based object matching using interesting points and high-order graphs, Pattern Recognition Letters 83:251 – 260.

Daniel Barath, et al, 2022. Graph-Cut RANSAC: Local Optimization on Spatially Coherent Structure, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 44: 4961 – 4974.

David G. Lowe, 2004. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints, International Journal of Computer Vision, 60: 91 – 110.

Haıyong Chen, et al, 2018. Image-Alignment Based Matching for Irregular Contour Defects Detection, IEEE Access 6: 68749 – 68759.

Jie-Xian Huang, et al, 2010. Flexible Printed Circuit Defective Detection Based on Image Registration, 3rd International Congress on Image and Signal Processing.

Jing Junfeng, et al, 2010. Detection of the fabric printing quality based on the machine vision, International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation.

Jianning Xu, et al, 2008. Shape matching using morphological structural shape components, 15th IEEE International Conference on Image Processing.

LauraFernández-Robles, et al, 2017. Machine-vision-based identification of broken inserts in edge profile milling heads, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 44: 276 – 283.

M. Rodríguez, et al, 2020. Robust estimation of local affine maps and its applications to image matching, IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV).

Ufuk Efe, et al, 2021. Effect of Parameter Optimization on Classical and Learning-based Image Matching Methods, International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW).

Yang Li, et al, 2022. Contour extraction by multi-level active contour model, 6th International Conference on Signal Processing.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Geraniol attenuates engineered magnetite nanoparticles induced genetic damage in cultured human lymphocyte cells

Ozgur Fırat Ozpolat[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4533-4368),
Hasan Turkez[2*](ORCID: https://orcid.org/ORCID: 0000-0002-7046-8990)

[1]Computer Sciences Research and Application Center, Atatürk University, Erzurum 25240, Turkey.
[*2]Department of Medical Biology, Faculty of Medicine, Atatürk University, Erzurum 25240, Turkey.

*Corresponding author e-mail: hasanturkez@yahoo.com

Abstract

The use of engineered magnetic nanoparticles (MNPs) is growing in several industrial areas especially for water treatment, energy storage and biomedical purposes. However, serious human and environmental health concerns are being existed in both cellular and organism levels due to extensive use of MNPs. And, the generation of oxidative stress has been considered as the main underlying responsible mechanism for genotoxic action by iron oxide nanoparticles or MNPs. Thus, the great efforts are being made to alleviate the genetic damages induced by exposing to MNPs using natural antioxidants. In this regard, geraniol (GRN), an acyclic monoterpene, is present in the content of different aromatic plants abundantly and exhibited significant biological activities including antioxidant and antimutagenic nature. In the current investigation, the geno-protective action potential of GRN was aimed to assess against MNPs-induced nanotoxicity on cultured human whole blood cells. Therefore, the MNPs were synthesized via conventional co-precipitation approach and characterized via scanning electron microscopy (SEM) and energy dispersive x-ray techniques. The 200-800 nm sized MNPs were applied to whole blood cultures (n=5) in different concentrations (0 to 100 mgL) for 72h. The chromosomal aberration and total antioxidant capacity, and total oxidant status (TOS) assays were performed to determine genetic and oxidative alterations. Our findings revealed that MNPs significantly reduced the TAC levels and elevated TOS levels along with the rate of CAs in clear concentration dependent manners in comparison to untreated cultures ($p<0.05$). In contrast to this, GRN (25 and 50 mg/L) did not alter the TOS level and CA frequencies ($p>0.05$) but supported TAC levels. Moreover, in the cultures treated with GRN at different concentrations plus MNPs, there was a significant decrease ($p < 0.05$) in CAs frequencies and TOS levels and a significant increase in TAC levels when compared to only MNPs applied cultures. In conclusion, the findings of this study executed for the first-time evidence that GRN attenuates oxidative stress and DNA damage by MNPs in human peripheral blood cells.

Keywords: Engineered magnetic nanoparticles, Nanotoxicity, Genetic damage, Geraniol, Human blood culture, Oxidative alteration, Protective action

INTRODUCTION

Magnetic nanoparticles (MNPs) are being used commonly in several medical applications including drug delivery and diagnostic purposes. The iron oxide MNPs are also being used in waste water management. Iron oxide MNPs are considered as the most preferable nanomaterials in this era due to its unique features involving its superior physiochemical properties as well as stability in aqueous media (Malhotra et al., 2020). However, the increasing accumulation of MNPs into the aquatic environment and their harmful effects on human life is become one of the serious global concerns (Uçar et al. 2022). In fact, oxidative stress generation and genotoxic damage induction have been reported after treatment with iron oxide MNPs (Alves Feitos et al., 2022; Ciğerci et al., 2018; Jiménez-Villarreal et al., 2017). At this point, the antioxidants, especially herbal originated ones, might be useful in reducing of oxidative stress and genetic damages by MNPs in humans (Emsen and Turkez, 2017).

On the other hand, a terpenoid compound geraniol (GRN) is present in aromatic herbaceous plants as one of the major components of essential oils (Gu et al., 2022). Recent studies indicated the strong antioxidant potency and non-genotoxic nature of GRN on several test systems such as plant and human lymphocytes (Gateva et al., 2019). To our best knowledge the effects of GRN against iron oxide MNPs have not investigated yet. Therefore, in this study we aimed to reveal the antioxidant and anti-genotoxic potential by GRN against iron oxide MNPs induced

oxidative (TAC and TOS assays) and genotoxic alterations (CA assay) on human whole blood cultures for the first time.

MATERIALS AND METHODS

The synthesis of MNPs

The magnetite nanoparticles were produced using of the co-precipitation approach. In brief, $FeCl_2$ (4 gr; Sigma-Aldrich) and $FeCl_3$ (12 gr; Sigma-Aldrich) were dissolved in distilled water with stirring at 85 °C under nitrogen gas. After, 15 ml of $NH_3 \cdot H_2O$ (25%, Sigma-Aldrich) was added into the mixture. Then, the solution was washed in twice with distilled water and MNPs were obtained via magnetic decantation (Uçar et al., 2022; Liu et al., 2004).

Cell culture and treatments

The whole blood samples were obtained from five healthy males (aged 25–29 years), without previous exposure to any mutagens, non-alcoholic, and non-smoking. The heparinized blood samples (0.7 mL) were cultured in 7 mL culture medium (Karyotyping Medium, Gibco) with 5.5 mg mL of phytohemagglutinin (Sigma Aldrich) (Çelikezen et al., 2019). Different concentrations of GRN (25 and 50 mg/l; CAS:106-24-1) and MNPs (12.5, 25, 50 and 100 mg/l) were applied into the culture tubes just before the culture initiation.

Biological assays

Chromosomal aberration (CA) assay was performed to detect the aberrations on chromosomes of the human lymphocyte cells. For this, human lymphocyte cells were stimulated and cultured for 72 h (37 °C and 5% CO_2). 2h prior to harvesting, 0.1 ml of colchicine (0.2 mg/ml, Sigma) was added into the culture flask, then cells were harvested via centrifugation. After treatment with hypotonic KCl solution, the culture tubes were centrifuged (2000 rpm, 5 min) and the pellet was resuspended using 10 mL of methanol and acetic acid (3:1, v:v) (Merck). These steps were repeated in 3 times. Finally, 3-5 drops of the fixed cell suspension were dropped on cold and dried clean slides and air-dried. The slides were stained using Giemsa stain (Sigma). For each culture, 30 well-spread metaphases were analyzed to monitor the presence of CAs according to the recommendation by EHC (Environmental Health Criteria) 46 (Çelikezen et al., 2016). In addition, the automated total antioxidant capacity (TAC) and total oxidant status assays were performed using commercial kits (Rel Assay Diagnostics, Turkey) (Emsen et al., 2017) (Emsen and Turkez, 2017).

RESULTS and DISCUSSION

TAC and TOS levels were determined for understanding the related mechanism underlying the possible genoprotective action by GRN against iron oxide MNPs-induced oxidative and DNA damages. In this regard, our results indicated that iron oxide MNPs (50 and 100 mg/l) led to statistically significant decreases of TAC levels as compared to untreated cultures. Besides, remarkable elevations were observed in TOS level at higher concentrations of iron oxide MNPs (50 and 100 mg/l) when compared to untreated control cultures ($p < 0.05$) (Table 1). In accordance to our findings, treatment with Fe3O4 NPs elevated the lipid peroxidation levels in rats (Reddy et al., 2018). On the contrary, treatments with 25 and 50 mg/l of GRN supported TAC levels without altering TOS levels. In similar to this finding, GRN was reported to exhibit antioxidative action via activation of Nrf2 pathway (Mohamed et al., 2022). Likewise, GRN significantly reinforced the activities of antioxidant enzymes (El Azab et al., 2022). Moreover, in the cultures treated with GRN at both concentrations plus MNPs, there was a significant decrease ($p < 0.05$) in TOS levels and significant increases in TAC levels when compared to only 100 mg/l of MNPs applied cultures. GRN could support the antioxidant capacity via modulating glutathione levels and activities of glutathione peroxidase, superoxide dismutase and glutathione S-transferase (Younis et al., 2020).

Table 1. TAC and TOS levels after treatment with iron oxide MNPs and/or GRN in cultured human whole blood cells for 72h (*p<0.05, in comparison to untreated cultures)

Treatment	TAC level (mmol Trolox Equiv./l)	TOS level (mmol H2O2 Equiv./l)
Untreated cultures	4.18±0.19	2.88±0.13
Iron oxide MNPs (12.5 mg/l)	4.23±0.22	2.92±0.16
Iron oxide MNPs (25 mg/l)	3.97±0.26	2.96±0.21
Iron oxide MNPs (50 mg/l)	3.22±0.16*	3.11±0.18*
Iron oxide MNPs (100 mg/l)	2.47±0.24*	3.45±0.24*
GRN (25 mg/l)	4.69±0.28*	2.66±0.10
GRN (50 mg/l)	5.41±0.25*	2.62±0.16
Iron oxide MNPs (100 mg/l) + GRN (25 mg/l)	3.95±0.23*	3.22±0.19*
Iron oxide MNPs (100 mg/l) + GRN (50 mg/l)	4.11±0.28	2.92±0.18

Table 2 reflects the results of CA assay in cultured human lymphocytes. Based on our results, CA frequency is 0.22, 1.57, and 0.20 in untreated, iron oxide MNPs (100 mg/l), and GRN (50 mg/l) treated cultures, respectively. Our findings revealed that iron oxide MNPs could be genotoxic at relatively higher concentrations. In parallel to our findings, iron oxide MNPs were reported to exhibit both genotoxic and pro-oxidative action in human lymphocytes (Ghosh et al., 2020). In contrary to our findings, iron oxide MNPs were found to be non-genotoxic on the bone marrow of male BALB/c mice (Sadiq et al., 2021). GRN alleviated the increased CA rates by iron oxide MNPs. The application with GRN was able to reduce DNA damage induced by hepatocarcinogens like diethylnitrosamine in rats (Ong et al., 2006).

Table 2. CA rates after treatment with iron oxide MNPs and/or GRN in cultured human lymphocytes for 72h (*p<0.05, in comparison to untreated cultures)

Treatment	CA frequency/cell
Untreated cultures	0.22±0.02
Iron oxide MNPs (12.5 mg/l)	0.24±0.03
Iron oxide MNPs (25 mg/l)	0.27±0.04
Iron oxide MNPs (50 mg/l)	1.42±0.06*
Iron oxide MNPs (100 mg/l)	1.59±0.04*
GRN (25 mg/l)	0.19±0.03
GRN (50 mg/l)	0.20±0.02
Iron oxide MNPs (100 mg/l) + GRN (25 mg/l)	0.82±0.07*
Iron oxide MNPs (100 mg/l) + GRN (50 mg/l)	0.55±0.06*

CONCLUSION

Our findings clearly revealed that dietary supplementation with GRN modulated MNPs-induced oxidative stress and genotoxic damage. The present study also suggested GRN could prevent nanotoxicity via supporting the antioxidant capacity. Hence, our research provides an insight into the protective efficacy of GRE in human blood tissue against MNPs induced genotoxicity and its potential nutraceutical use against nanotoxicity related cellular damages.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to all volunteers for the blood samples.

REFERENCES

Alves Feitosa K, de Oliveira Correia R, Maragno Fattori AC, Albuquerque YR, Brassolatti P, Flores Luna G, de Almeida Rodolpho JM, T Nogueira C, Cancino Bernardi J, Speglich C, de Freitas Anibal F 2022. Toxicological effects of the mixed iron oxide nanoparticle (Fe3O4 NP) on murine fibroblasts LA-9. Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A, 85; 649-670.

Çelikezen FÇ, Hayta Ş, Özdemir Ö, Türkez H 2019. Cytotoxic and antioxidant properties of essential oil of Centaurea behen L. in vitro. Cytotechnology, 71; 345–350.

Çelikezen FÇ, Toğar B, Özgeriş FB, İzgi MS, Türkez H 2016. Cytogenetic and oxidative alterations after exposure of cultured human whole blood cells to lithium metaborate dehydrate. Cytotechnology, 68(4); 821–827.

Ciğerci İH, Ali M M, Kaygısız ŞY, Kaya B, Liman R 2018. Genotoxic assessment of different sizes of iron oxide nanoparticles and ionic iron in earthworm (eisenia hortensis) coelomocytes by comet assay and micronucleus test. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 101(1); 105-109.

El Azab EF, Mostafa HS 2022. Geraniol ameliorates the progression of high fat-diet/streptozotocin-induced type 2 diabetes mellitus in rats via regulation of caspase-3, Bcl-2, and Bax expression. Journal of Food Biochemistry, 46; e14142.

Emsen B, Turkez H 2017. The protective role of resveratrol against zinc oxide induced nanotoxicity. Anatolian Journal of Botany, 1(2); 21-25.

Gateva S, Jovtchev G, Stankov A, Georgieva A, Dobreva A, Mileva M 2019. The potential of geraniol to reduce cytotoxic and genotoxic effects of MNNG in plant and human lymphocyte test-systems. South African Journal of Botany, 123; 170-179.

Ghosh S, Ghosh I, Chakrabarti M, Mukherjee A 2020. Genotoxicity and biocompatibility of superparamagnetic iron oxide nanoparticles: Influence of surface modification on biodistribution, retention, DNA damage and oxidative stress. Food and Chemical Toxicology : An international journal published for the British Industrial Biological Research Association, 136; 110989.

Gu K, Ouyang P, Hong Y, Dai Y, Tang T, He C, Shu G, Liang X, Tang H, Zhu L, Xu Z, Yin L 2022. Geraniol inhibits biofilm formation of methicillin-resistant Staphylococcus aureus and increase the therapeutic effect of vancomycin in vivo. Front Microbiol 13; 960728.

Jiménez-Villarreal J, Rivas-Armendáriz DI, Arellano Pérez-Vertti RD, Olivas Calderón E, García-Garza R, Betancourt-Martínez ND, Serrano-Gallardo LB, Morán-Martínez J 2017. Relationship between lymphocyte DNA fragmentation and dose of iron oxide (Fe2O3) and silicon oxide (SiO2) nanoparticles. Genetics and Molecular Research: GMR, 16(1); 10.4238/gmr16019206.

Liu X, Ma Z, Xing J, Liu H 2004. Preparation and characterization of amino–silane modified superparamagnetic silica nanospheres. J Magn Magn Mater, 270 (1–2); 1–6.

Malhotra N, Lee JS, Liman RAD, Ruallo JMS, Villaflores OB, Ger TR, Hsiao CD 2020. Potential toxicity of iron oxide magnetic nanoparticles: A review. Molecules, 25(14); 3159.

Mohamed ME, Elmorsy MA, Younis NS 2022. Renal Ischemia/Reperfusion Mitigation via Geraniol: The Role of Nrf-2/HO-1/NQO-1 and TLR2,4/MYD88/NFκB Pathway. Antioxidants (Basel, Switzerland), 11(8); 1568.

Ong TP, Heidor R, de Conti A, Dagli ML, Moreno FS 2006. Farnesol and geraniol chemopreventive activities during the initial phases of hepatocarcinogenesis involve similar actions on cell proliferation and DNA damage, but distinct actions on apoptosis, plasma cholesterol and HMGCoA reductase. Carcinogenesis, 27(6); 1194–1203.

Reddy UA, Prabhakar PV, Mahboob M 2018. Comparative study of nano and bulk Fe3O4 induced oxidative stress in Wistar rats. Biomarkers : Biochemical Indicators of Exposure, Response, and Susceptibility to Chemicals, 23(5); 425-434.

Sadiq R, Khan QM, Mobeen A, Shah A 2021. Genotoxicity of aluminium oxide, iron oxide, and copper nanoparticles in mouse bone marrow cells. Arhiv za higijenu rada i toksikologiju, 72(4); 315–325.

Ucar A, Parlak V, Ozgeris FB, Yeltekin AC, Arslan ME, Alak G, Turkez H, Kocaman EM, Atamanalp M 2022. Magnetic nanoparticles-induced neurotoxicity and oxidative stress in brain of rainbow trout: Mitigation by

ulexite through modulation of antioxidant, anti-inflammatory, and antiapoptotic activities. The Science of the Total Environment, 838; 155718.

Younis NS, Abduldaium MS, Mohamed ME 2020. Protective effect of geraniol on oxidative, inflammatory and apoptotic alterations in isoproterenol-induced cardiotoxicity: role of the keap1/nrf2/ho-1 and pi3k/akt/mtor pathways. Antioxidants (Basel, Switzerland), 9(10); 977.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Synergistic effects of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin and iron oxide nanoparticles in enhancing nanotoxicity on human lymphocytes

Ozgur Fırat Ozpolat[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4533-4368),
Hasan Turkez[2*](ORCID: https://orcid.org/ORCID: 0000-0002-7046-8990)

[1]Computer Sciences Research and Application Center, Atatürk University, Erzurum 25240, Turkey.
[*2]Department of Medical Biology, Faculty of Medicine, Atatürk University, Erzurum 25240, Turkey.

*Corresponding author e-mail: hasanturkez@yahoo.com

Abstract

2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) is considered as one of the highly toxic and persistent environmental pollutants. And the exposing of this pollutant seems to be inevitable and poses a serious threat to both the environment and human health. TCDD also exerts both genotoxic and carcinogenic action potential. On the other hand, nanoparticles, especially iron oxide nanoparticles (Fe_3O_4 NPs), are used in our daily life in a wide range from energy to environmental applications and from cosmetics to biomedical applications. It is frequently reported that these nanoparticles have cytotoxic and genotoxic effects. To our best knowledge, there is little data on combined effects of TCDD and Fe_3O_4 NPs on genotoxicity endpoints and this issue remained unclear. Therefore, in this study we aimed to evaluate the genotoxic potentials of alone TCDD (1.61 and 3.22 mg/L) or Fe_3O_4 NPs (25 and 50 mg/L) as well as their combined applications on cultured human lymphocyte cells using chromosomal aberration (CA) assay. Our findings showed that alone applications with TCDD and Fe_3O_4 NPs significantly ($p<0.05$) elevated CA rates in treated lymphocytes in comparison to untreated lymphocyte cells. In fact, the observed CA rates reached to 2.97/cell and 1.55/cell values after exposure to TCDD and Fe_3O_4 NPs, respectively, when compared to negative control cultures (0.24/cell) for 72h. Besides, the combined use of these agents led to synergistic toxic action and the observed CAs/cell rates were elevated to 3.61 after their combined application for 72h. In a conclusion, the present findings suggested that the co-application with Fe_3O_4 NPs contributed to genotoxic damage potential by TCDD. Hence, more attention should be paid to the synergistic action of co-exposure to TCDD and engineered nanoparticles on human health.

Keywords: TCDD, Iron oxide nanoparticles, Synergistic effect, Nanotoxicity, Human blood cultures

INTRODUCTION

2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) is a well-known and common environmental contaminant. TCDD causes a wide range of toxicities involving endocrine and metabolic alterations, dermal toxicity, immunotoxicity, teratogenicity, carcinogenicity as well as genotoxicity. Previous studies have reported that toxic effects due to TCDD exposure are mediated via the aryl hydrocarbon receptor. Again, oxidative stress is considered as main underlying mechanism of TCDD toxicity. The exposing to TCDD induced elevations in the production of reactive oxygen and nitrogen species as well as DNA damage in experimental animals (Turkez et al., 2012a; 2016).

In especially recent 20 years, a remarkable increase in nanomaterial research has existed. Due to their usage for different applications in medicine, food industries, energy, photonics as well electronics areas, nanomaterials become inevitable in our daily life (Domb et al., 2021). Among available nanomaterials, special attention had been given to magnetic NPs (MNPs) because of their suitable and superior properties for a kind of biomedical applications including bio-imaging and targeted drug delivery (Keshri and Biswas, 2022). Previous investigations revealed that iron oxide MNPs could be cytotoxic and generated oxidative stress, altered the function of mitochondria, caused to damage of membranal integrity and induced DNA damage (Wei et al., 2021).

It is clear that nanomaterials or nanoparticles alone could be harmful on both human and environmental health. However, data on their toxicity potential in the presence of other contaminants or toxic substances is so limited. The nanotoxicity potential of MNPs or other NPs could be affected in the presence of other hazardous materials. For example, aluminum NPs alone seemed to be slight toxic. But these NPs enhanced the toxicity of heavy metals such as arsenic and led to synergistic toxicity (Wang et al., 2011a). Similar interaction was occurred between titanium NPs and heavy metals (Wang et al., 2011b). In this regard, there is so limited data on the role of iron oxide MNPs in the presence of TCDD. Therefore, in this study we aimed to investigate the presence of potential

synergistic genetic toxicity of iron oxide MNPs and TCDD on human blood tissue. The genotoxic evaluations were assessed using chromosomal aberration assays.

MATERIALS AND METHODS

The synthesis of MNPs

The magnetite nanoparticles were synthesized via the co-precipitation technique. Briefly, $FeCl_2$ (4 gr; Sigma-Aldrich) and $FeCl_3$ (12 gr; Sigma-Aldrich) were dissolved in distilled water. The mixture was stirred at 85 °C and under nitrogen gas. Then, %25 $NH_3 \cdot H_2O$ (15 ml, Sigma-Aldrich) was added into this mixture. After, this solution was washed in distilled water for twice. The iron oxide MNPs were provided using magnetic decantation. The MNPs were characterized using scanning electron microscopy (SEM) and energy dispersive x-ray techniques (Uçar et al., 2022; Liu et al., 2004).

Cell culture and treatments

Human peripheral whole blood cultures were established due to minor modification of the protocol as described previously (Evans and O'Riordan, 1975). In brief, 0.6 ml of the heparinized blood was cultured in total of 6.0 ml culture medium containing phytohemagglutinin (5 µg/L). After application with TCDD (1.61 and 3.22 mg/L) or Fe3O4 NPs (25 and 50 mg/L), the cultures were incubated for 72h at 37 °C (Carbone et al., 2017).

CA assay

2h prior to harvesting the 72h-cultures, 0.1 ml of colchicine (at final concentration of 0.2 mg/ml) was added into the culture tube. Hypotonic treatment and fixation steps were done. For preparing microscopic slides, a few drops of the fixed cell suspension were dropped on clean and cold slide then air-dried. After this, the Giemsa staining procedure was performed using Giemsa solution (%3) in phosphate buffer (pH 6.8) for 15 min. For each culture, at least 30 well-spread metaphase plaques were scored to determine the presence of CA. CAs were scored using the presence of chromatid/chromosome gap and chromatid/chromosome break as recommended by Environmental Health Criteria 46 (Polat et al., 2016; IPCS, 1985).

Statistical analysis

The data are presented as the mean ± standard derivation (SD) of five repetitions. One-way analysis of variance (ANOVA) was preferred to determine the significant differences between the experimental groups followed by Duncan's t-test. The p values < 0.05 was considered as significant. All analyses were performed using SPSS version 25.0 (SPSS Inc. USA) (Turkez et al., 2014).

RESULTS and DISCUSSION

Figure 1 shows the observed CA rates after treatment with alone TCDD (1.61 and 3.22 mg/L) or Fe_3O_4 NPs (25 and 50 mg/L) as well as their combined applications on cultured human lymphocytes using CA assay. The present findings indicated that alone applications with TCDD and Fe_3O_4 NPs significantly ($p<0.05$) elevated CA rates in treated lymphocytes when compared to untreated lymphocyte cells. In fact, the observed CA rates reached to 2.97 CAs/cell and 1.55 CAs/cell values after exposure to TCDD and Fe_3O_4 NPs, respectively, in comparison with the negative control cultures (0.24 CAs/cell) for 72h. Besides, the combined use of these agents led to synergistic toxic action and the observed CAs/cell rates were elevated to 3.61 after their combined application for 72h. Moreover, the observed synergistic toxicities were clearly in concentration dependent manner (Figure 1).

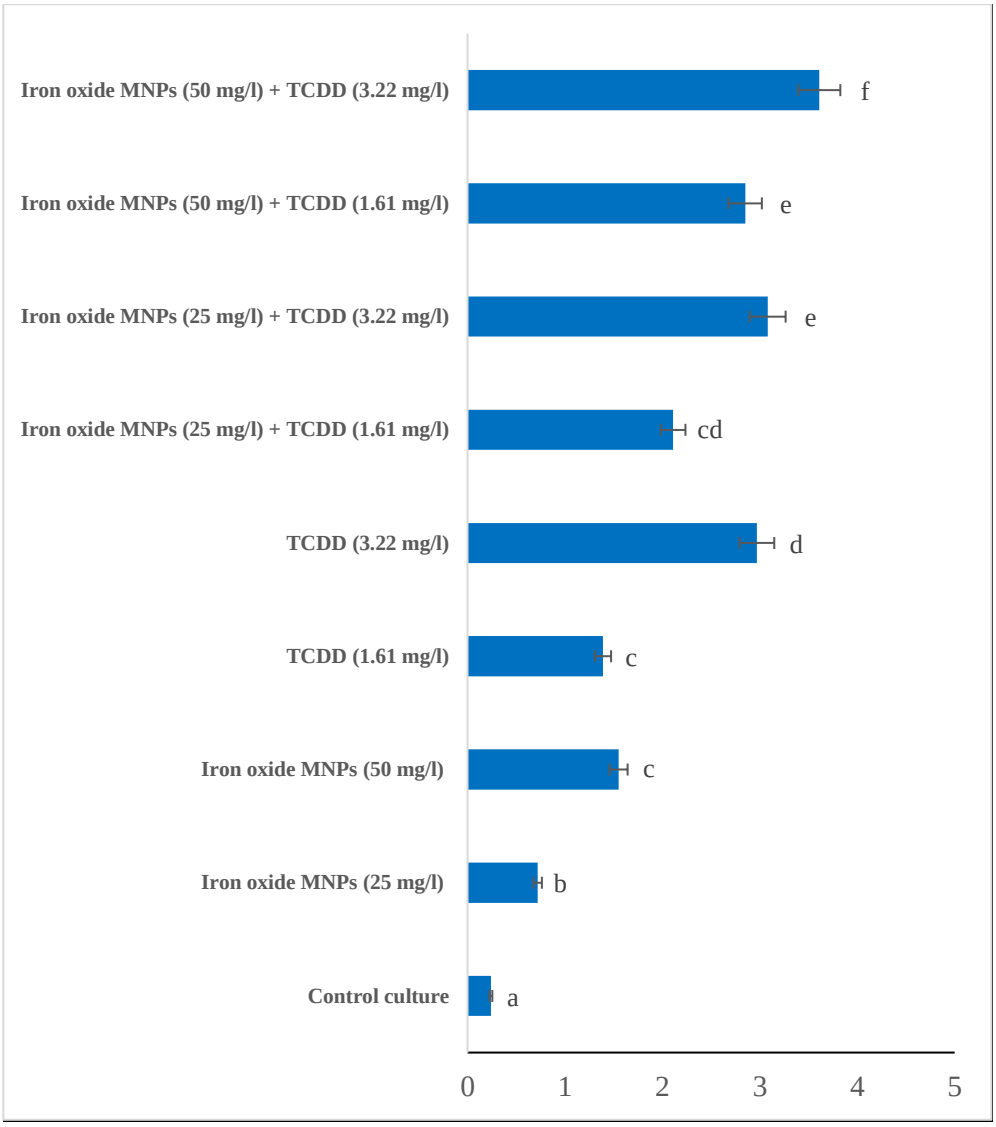


Figure 1. CA rates (as CAs/cell) after treatment with alone and combined applications with iron oxide MNPs and TCDD in human lymphocyte cultures for 72h. (Different letters on the columns indicate statistical difference from each other at level of $p<0.05$).

Our findings showed that treatment with TCDD induced the formations of CAs due to increasing concentration. Similar to this finding, TCDD led to remarkable increases of micronucleated hepatocytes and the levels of oxidative DNA damage marker (8-OH-dG) in comparison to control cultures (Turkez et al., 2016). DNA damaging potency by TCDD was regarded as an indicator for a possible carcinogenic risk. In this context, significant elevations were observed in micronucleus frequency and comet formations in patients after intoxication with TCDD (Valic et al., 2004). On the other hand, iron oxide MNPs were found to be genotoxic due to present results since they caused increases of CA rates as compared to untreated cultures. In line with our findings, iron oxide MNPs led to formation of DNA breaks in cultured human lymphocytes (Gaharwar et al., 2017). Again, the increasing concentrations of MNPs induced sister chromatid exchange, micronucleus as well as CA rates in human lymphocyte cultures (Sonmez et al., 2016).

The findings of this study also revealed that the co-treatment with Fe_3O_4 NPs contributed to genotoxic damage potential by TCDD. In fact, the observed CAs/cell rates reached to maximum levels after treatment with combination of TCDD and MNPs (Figure 1). Hence, it was concluded that MNPs synergistically enhanced TCDD genotoxicity. Examples of similar interaction types or synergistic effects have been identified for various nanomaterials and pollutants in the literature. Among these, the most commonly reported ones were between nano-titanium and lead (Liu et al., 2022), nano-aluminum and arsenic (Wang et al., 2011a) and nano-gold and surfactants (Ginzburg et al., 2018).

CONCLUSION

As a conclusion, in this investigation it was determined that iron oxide MNPs could exhibit genotoxic action. Moreover, iron oxide MNPs remarkably enhanced the genotoxicity of TCDD. Therefore, more attention should be paid to the synergistic action of co-exposure to TCDD and engineered nanoparticles on both human and environmental health.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are thankful to five volunteers for the blood samples.

REFERENCES

Carbone C, Arena E, Pepe V, et al. 2017. Nanoencapsulation strategies for the delivery of novel bifunctional antioxidant/σ1 selective ligands. Colloids Surf B Biointerfaces, 155; 238-247.

Domb AJ, Sharifzadeh G, Nahum V, Hosseinkhani H 2021. Safety evaluation of nanotechnology products. Pharmaceutics, 13(10); 1615.

Evans HJ, O'Riordan ML 1975. Human peripheral blood lymphocytes for the analysis of chromosome aberrations in mutagen tests. Mutat Res, 31(3); 135-148.

Gaharwar US, Meena R, Rajamani P 2017. Iron oxide nanoparticles induced cytotoxicity, oxidative stress and DNA damage in lymphocytes. J Appl Toxicol, 37(10); 1232-1244.

Ginzburg AL, Truong L, Tanguay RL, Hutchison JE 2018. Synergistic toxicity produced by mixtures of biocompatible gold nanoparticles and widely used surfactants. ACS Nano, 12; 5312-5322.

Keshri S, Biswas S 2022. Synthesis, physical properties, and biomedical applications of magnetic nanoparticles: a review. Prog Biomater, 11(4); 347-372.

IPCS (International Program on Chemical Safety) 1985. Environmental Health Criteria 46. Guidelines for the study of genetic effects in human populations. Geneva, Switzerland: WHO, 45-54.

Liu X, Wang J, Yue-Wern H 2022. Understanding the role of nano-TiO2 on the toxicity of Pb on C. dubia through modeling–Is it additive or synergistic? Front Environ Sci Eng, 16, 59.

Liu X, Ma Z, Xing J, Liu H 2004. Preparation and characterization of amino–silane modified superparamagnetic silica nanospheres. J Magn Magn Mater, 270 (1–2); 1–6.

Polat Z, Aydın E, Türkez H, Aslan A 2016. In vitro risk assessment of usnic acid. Toxicol Ind Health, 32(3); 468-475.

Sonmez E, Elanur A, Turkez H, Özbek E, Togar B, Meral K, Çetin D, Cacciatore I, Di Stefano A 2016. Cytotoxicity and genotoxicity of ironoxide nanoparticles: an in vitro biosafety study. Archives of Biological Sciences, 68; 41-50.

Turkez H, Geyikoglu F, Yousef MI 2012a. Ameliorative effect of docosahexaenoic acid on 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin-induced histological changes, oxidative stress, and DNA damage in rat liver. Toxicology and Industrial Health, 28; 687–696.

Turkez H, Geyikoglu F, Yousef MI 2016. Ameliorative effects of docosahexaenoic acid on the toxicity induced by 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin in cultured rat hepatocytes. Toxicol Ind Health, 32(6); 1074-1085.

Turkez H, Yousef MI, Sönmez E 2014. Evaluation of cytotoxic, oxidative stress and genotoxic responses of hydroxyapatite nanoparticles on human blood cells. J Appl Toxicol, 34(4); 373-379.

Ucar A, Parlak V, Ozgeris FB, Yeltekin AC, Arslan ME, Alak G, Turkez H, Kocaman EM, Atamanalp M 2022. Magnetic nanoparticles-induced neurotoxicity and oxidative stress in brain of rainbow trout: Mitigation by

ulexite through modulation of antioxidant, anti-inflammatory, and antiapoptotic activities. The Science of the Total Environment, 838; 155718.

Valic E, Jahn O, Päpke O, Winker R, Wolf C, Rüdiger WH 2004. Transient increase in micronucleus frequency and DNA effects in the comet assay in two patients after intoxication with 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo- p-dioxin. Int Arch Occup Environ Health, 77(5), 301-306.

Wang D, Hu J, Forthaus BE, Wang J 2011a. Synergistic toxic effect of nano-Al2O3 and As(V) on Ceriodaphnia dubia. Environ Pollut, 159(10); 3003-3008.

Wang D, Hu J, Irons DR, Wang J 2011b. Synergistic toxic effect of nano-TiO and As(V) on Ceriodaphnia dubia. Sci Total Environ, 409(7); 1351-1356.

Wei H, Hu Y, Wang J, Gao X, Qian X, Tang M 2021. Superparamagnetic iron oxide nanoparticles: cytotoxicity, metabolism, and cellular behavior in biomedicine applications. Int J Nanomedicine, 16; 6097-6113.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Atık biyokütleden karbon aerojel üretimi ve karakterizasyonu

Hicret Tavusbay* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3021-7345*), Ece Yapıcı (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0003-2795-6208), Aysun Özkan (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1036-7570)*
Zerrin Günkaya (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7553-9129)*, Müfide Banar (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2795-6208*)

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği, Eskişehir, Türkiye

* hicrettavusbay@eskisehir.edu.tr

Özet

Tüm dünyada enerji tüketiminin artması enerjinin depolanması ihtiyacını doğurmuş ve bu nedenle enerji depolama ve dönüştürme potansiyeline sahip yeni malzemelerin üretilmesi gündeme gelmiştir. Bu noktada karbonlu malzemelerin, gözenekli yapıları ve elektriksel iletkenlikleri nedeniyle enerji depolama ve dönüştürme sistemlerinde yaygın olarak kullanım potansiyelleri bulunmaktadır. Doğal biyokütleden üretilen karbonlu malzemeler, geniş ve sürdürülebilir kaynakları ve düşük maliyetleri nedeniyle büyük ilgi görmektedir. Biyokütle atıklarından elde edilen karbon aerojeller, sahip oldukları üstün elektriksel ve termal özellikleri, makro-mikro gözenekli yapıları ve kontrol edilebilir yapısal özellikleri nedeniyle birçok kullanım alanına sahiptir. Bu çalışmada, bir atık biyokütle türü olan atık nar kabuklarından, karbon aerojel üretilmiş ve karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir. Üç aşamada gerçekleştirilen bu çalışmada, öncelikle atık nar kabuklarının temini ve ön hazırlıkları gerçekleştirilmiş, ikinci aşamada dondurma ve piroliz yöntemleri ile karbon aerojel üretilmiş ve son aşamada ise, yoğunluk tayini, elementel analiz, FT-IR ve Raman analizleri ile ürünlerin karakterizasyonları yapılmıştır. Piroliz sonucunda elde edilen karbon aerojelin ağırlığı 9,16 g, yoğunluğu ise 0,998 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Karbon aerojellerin yapısal olarak düzenli olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyokütle atığı, enerji depolama, karbon aerojeller, piroliz.

Carbon aerogel production from waste biomass and characterization

Abstract

The increase in energy consumption has made energy storage important, and therefore, the production of new materials with energy storage and conversion potential has come to the fore. At this point, carbonaceous materials are widely used in energy storage and conversion systems due to their porous structure and electrical conductivity. Carbonaceous materials produced from natural biomass are of great interest due to their extensive and sustainable resources and low cost. Carbon aerogels obtained from biomass wastes have many uses due to their superior electrical and thermal properties, macro-microporous structures and controllable properties. From this point of view, in this study, carbon aerogel was produced from pomegranate waste, which is a type of waste biomass, and the characterization was made. In this study, which was carried out in three stages, first of all, the procurement and preliminary preparation of pomegranate waste was carried out. In the second stage, carbon aerogel was produced by freezing and pyrolysis methods. At the last stage, the characterizations of the products were made by density determination, elemental analysis, FT-IR and Raman analyzes. As a result of the pyrolysis test of the carbon aerogel, its weight was found to be 9.16 g and its density as 0.998 g/cm^3. It has been determined that carbon aerogels have regular structures.

Keywords: Biomass waste, energy storage, carbon aerogel, pyrolysis.

GİRİŞ

Dünyadaki fosil kökenli yakıtların azalması ve olumsuz çevresel etkileri nedeniyle, üretilen mevcut enerji sistemlerinde depolama ile yeşil ve yenilenebilir enerji kullanımının artırılması konusunda daha fazla araştırma ihtiyacı bulunmaktadır (Dong vd. 2020). Bu kapsamda karbon bazlı malzemeler, benzersiz özellikleri ve pratik

kullanımları ile enerji depolama konusunda önemli bir potansiyel olarak dikkat çekmektedir (Lee ve Park 2020). Karbon bazlı malzemeler arasında yer alan aerojeller, genellikle organik maddelerin karbonizasyonundan hazırlanan nano yapılı karbonlardır. Karbon aerojel, Pekala'nın 1989 yılında ilk resorsinol-formaldehit (RF) aerojelini geliştirmesinden bu yana, son zamanlarda yapılan çalışmalarda büyük ilgi uyandırmaktadır. Karbon aerojeller, üç boyutlu hiyerarşik mikro ve mezogözenekli ağa (Sam vd. 2020), ultra düşük termal iletkenliğe (0,012–0,050 W/mK), son derece düşük yoğunluğa (0,003–0,5 g cm^{-3}) ve yüksek gözenekliliğe (%70–99,8) sahiptirler (Duong vd. 2021). Ayrıca, geniş yüzey alanı, ince gözenek boyutu, olağanüstü elektriksel iletkenlik ve mükemmel kimyasal stabilite gibi özellikler de göstermektedirler (Sha vd. 2018).

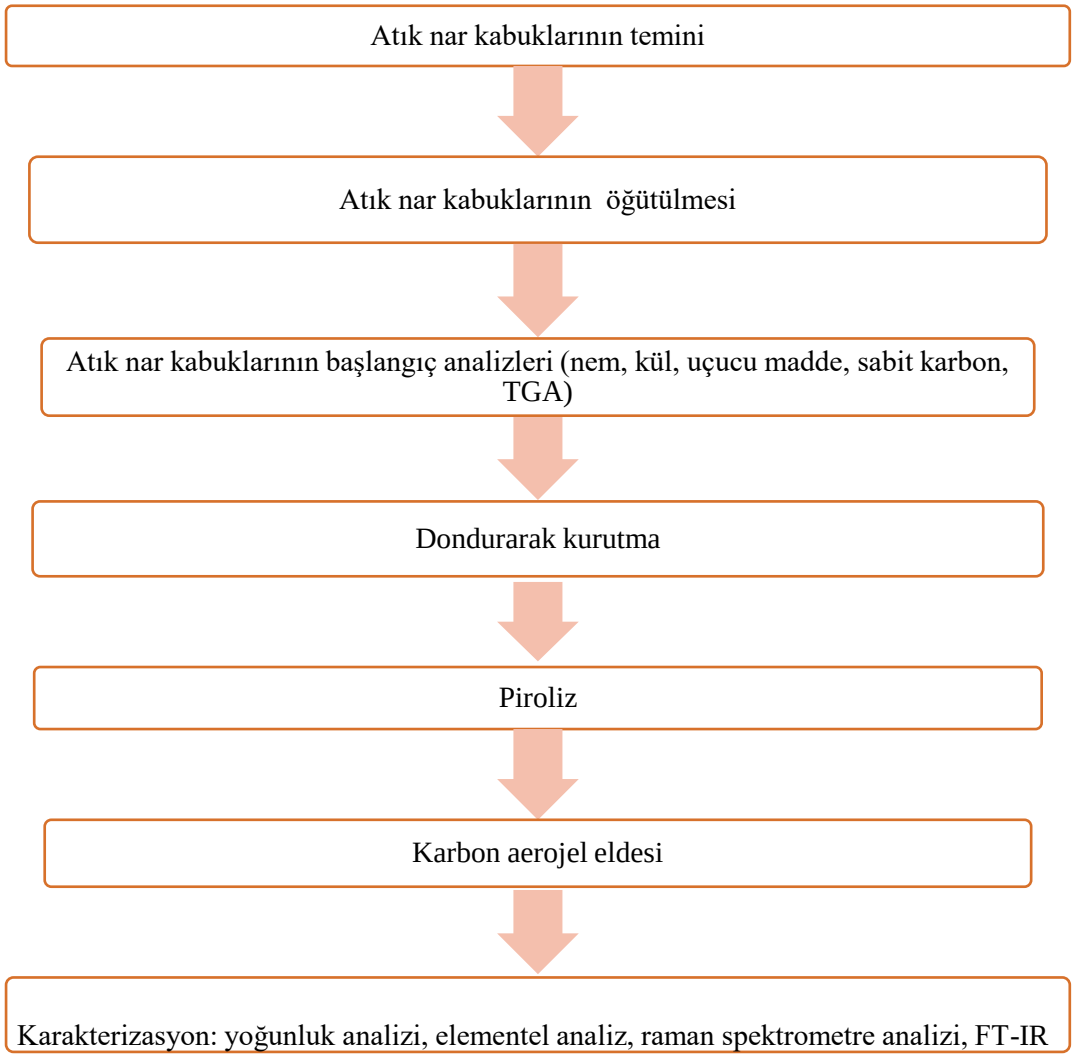
Doğal bir lif olan selüloz, tarımsal atıklarda mevcut olan ve yeryüzünde en bol bulunan biyopolimerdir. Grafen ve karbon nanotüp aerojelleri ile karşılaştırıldığında, selüloz, selüloz türevleri ve selüloz kompozitleri içeren selüloz bazlı aerojeller, yenilenebilir niteliktedir ve kolay işlenme özelliklerinden dolayı giderek daha fazla ilgi görmektedir (Jing vd. 2019). Yüksek gözenekliliğe, geniş özgül yüzey alanına ve olağanüstü iletkenliğe sahip aktif karbon aerojeller, birbirine bağlı gözenekleri sürekli bir elektron yolu ve gelişmiş yük taşıma sağlayabildiklerinden süper kapasitörler için mükemmel elektrot malzemeleridir (Liu vd. 2021). Bu anlamda Lee vd. (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, jak meyvesi ve durian biyokütle atıklarından doğal azot katkısı içeren karbon aerojel elektrotları üretilmiştir. Çalışmada; döngüsel voltametre, galvanotaktik şarj deşarjı ve elektrokimyasal empedans spektroskopisi yoluyla hem durian karbon aerojeli (591 F g^{-1}) hem de jackfruit karbon aerojeli (292 F g^{-1}) için yüksek spesifik kapasitans gösterdiği bulunmuş ve her iki elektrot malzemenin de enerji depolama cihazları için yeni nesil, yüksek performanslı ve düşük maliyetli süperkapasitörler için çekici alternatifler olduğu belirtilmiştir. Zhu vd. (2019) tarafından yapılan diğer bir çalışmada, pomelo kabuklarından düşük maliyetli ve gözenekli azot ve bor katkılı karbon aerojel hazırlanmış ve Li-S pilde kullanımıyla pilin deşarj kapasitesi ve hız performansının büyük ölçüde iyileştirilebildiği bulunmuştur. Sha vd. (2018) pomelo kabuklarından elde ettikleri karbon aerojeller ile elektrokimyasal sensörler için düşük maliyetli ve karbon bazlı elektrot malzemesi elde etmişlerdir. Wang vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada ise ayçiçeği yaprağından ve sapından hazırlanan karbon aerojellerin faz değişim malzemelerine vakum infüzyon yoluyla eklenmesiyle oluşan kompozitlerin 207,9 kJ kg^{-1} ile 271 kJ kg^{-1} aralığında yüksek faz değişim entalpisi gösterdiği tespit edilmiş, güneş enerjisinden elektrik dönüşümü ve depolanması için geniş uygulama olanakları olduğu ifade edilmiştir.

Bu çalışmada ise, biyokütle atığından karbon aerojel üretimi hedeflenmiş olup, literatürden farklı olarak atık nar kabukları kullanılmıştır. Nar, ülkemizin başta Ege ve Akdeniz kesimleri olmak üzere birçok yöresinde yetişen ve ihraç edilen ürünlerden birisi olup, özellikle meyve suyu üretiminde yoğun bir şekilde atık nar kabukları oluşmaktadır. Bu atıklardan elde edilen karbon aerojellerin karakterizasyonu yapılmış ve özellikleri literatürdeki farklı biyokütle atıklarından elde edilen karbon aerojellerle karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Çalışmanın atık nar kabuklarından karbon aerojel elde edilmesi ve karakterizasyonuna ait akım şeması Şekil 1'de verilmiş, üretilen karbon aerojel üretim prosesi ise Şekil 2'de sunulmuştur. Atık nar kabuklarının temini için ülkemizde faaliyet gösteren bir meyve suyu firması ile görüşme yapılmış olup, hayvan yemi olarak kullanılan atıklar firmadan temin edilmiştir. Atık nar kabukları, kir ve kalıntıları gidermek için saf su ile yıkanmış, daha sonra küçük parçalar halinde kesilmiştir. Nar kabukları etüvde kurumaya bırakılmış, elle parçalandıktan sonra öğütücüden geçirilmiştir. Hazırlanan analitik örneklerde nem (ASTM D-3173), kül (ASTM D-3174), uçucu madde (ASTM E-897-82), sabit karbon (ASTM D-3172) tayinleri ve malzemelerdeki kristalografik dönüşümler, erime, bozunma, su kaybını grafiksel olarak incelemek için TG-dTG analizleri yapılmıştır. İkinci aşamada, dondurarak kurutmayı takiben piroliz yöntemi ile karbon aerojeller elde edilmiştir. Bunun için, Wang vd. (2020) tarafından yapılan, ayçiçeği yaprak ve saplarından elde edilen karbon aerojel çalışması referans alınmıştır. Küçük parçalara ayrılan 30 g numune -10 °C'de 6 saat ve ardından -55 °C'de 48 saat dondurarak kurutma işlemine tabii tutulmuştur. Daha sonra 30 g numune 600-700-800 °C piroliz sıcaklıklarında ve 5 °C /dk ısıtma hızında piroliz edilmiştir. Piroliz deneylerinde; homojen olarak hazırlanmış 30 g numune atmosferik basınçta, azot gazıyla süpürülmüş 380 S paslanmaz çelikten yapılmış 240 cm^3 hacimli sabit yataklı Heinze tipi reaktöre yerleştirilmiş ve reaktörün buz banyosuna yerleştirilmiş olan sıvı toplama kapları ile bağlantısı yapılmıştır. Piroliz işlemi tamamlandıktan sonra 30 dk. bekletilerek gaz çıkışının sona ermesi sağlanmıştır. Son aşamada ise, karbon aerojellerin yoğunluk tayini, elementel analiz, FT-IR ve Raman analizleri yapılmıştır. Yoğunluk, Arşimet ilkesi

esasına dayalı olarak Ohaus marka yoğunluk kiti ile belirlenmiştir. Örnekte bulunan C, H, N miktarlarının belirlendiği elementel analizler ise 1-2 mg örnek ile Eskişehir Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Katı Atık Yönetimi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan LECO Truspec CHN elementel analiz cihazı ile yapılmıştır. Karbon aerojellerin molekülleri arasındaki bağ yapısı ve fonksiyonel grupların incelendiği FT-IR spektroskopi analizleri, 400-4000 cm^{-1} dalga boyu aralığında ESTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü Gıda ve Biyoteknoloji Laboratuvarında bulunan Shimadzu marka FT-IR cihazı ile yapılmıştır. Karbonlu malzeme türünü aydınlatmak üzere gerçekleştirilen Raman analizi ise Eskişehir Osmangazi Üniversitesi ARUM'da bulunan Renishaw Raman Invia Microscope cihazı ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın akım şeması



Şekil 2. Atık nar kabuklarından karbon aerojel üretimi

BULGULAR ve TARTIŞMA

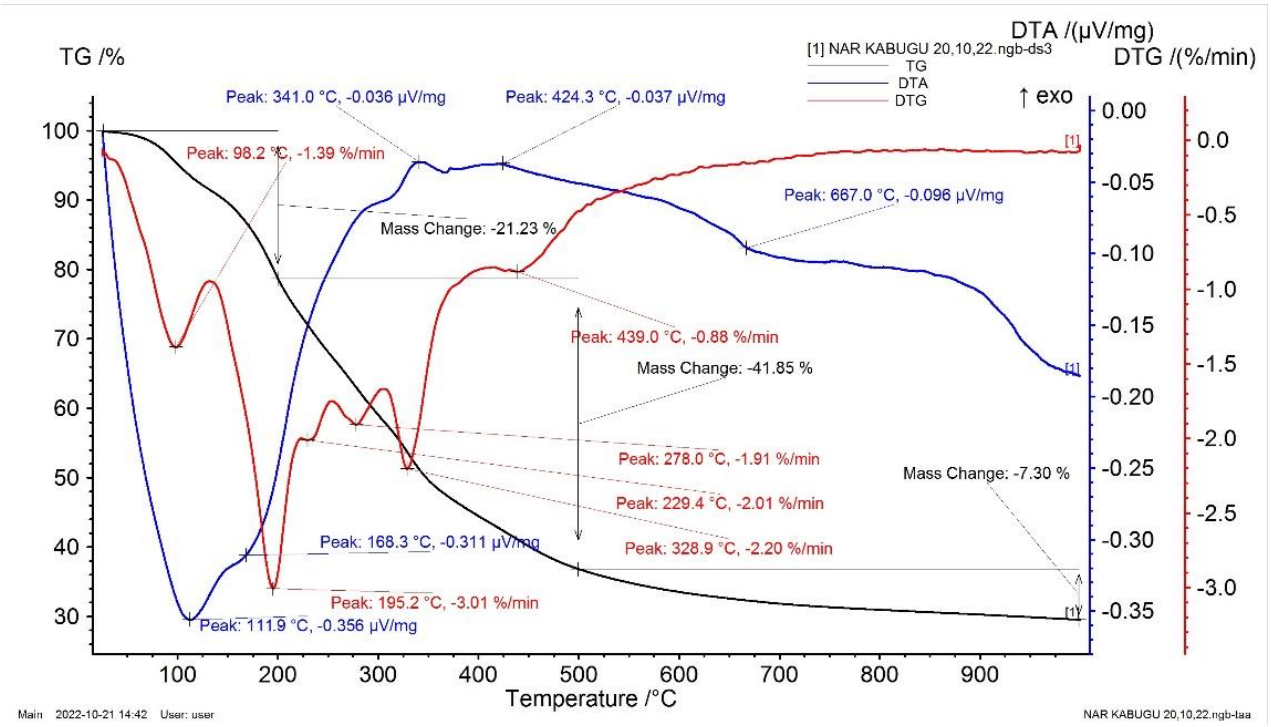
Atık nar kabuklarının başlangıç analizleri

Tablo 1'de atık nar kabuklarının başlangıç analiz sonuçları verilmiştir. Atık nar kabuklarının sabit karbon açısından zengin bir biyokütle olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Atık nar kabuklarının başlangıç analizleri

Parametre	**Analiz Sonucu**
Nem (%)	3,09
Kül (%)	1,21
Uçucu madde (%)	7,67
Sabit karbon (%)	88,03

TG-dTG analizleri ile atık nar kabuklarının ağırlık ve enerji değişimleri irdelenmiş ve Şekil 3'te atıkların TG-dTG eğrisi verilmiştir. Atık nar kabuklarının ağırlık kaybı iki aşamada gerçekleşmiştir. Maksimum ağırlık kaybının gerçekleştiği ilk aşama, 50-200°C aralıklarında olup, maksimum ağırlık kaybı 195,2°C'de meydana gelmiştir. Reaksiyonun ikinci aşaması 200-500°C aralıklarında gerçekleşmiştir. Oda sıcaklığından 900°C'ye kadar olan reaksiyon süresinde toplam kütle kaybı %70,38'dir.



Şekil 3. Atık nar kabuklarının TG- dTG eğrisi

Karbon aerojellerin karakterizasyonu

Bu çalışmada 3 farklı sıcaklıkta (600-700-800 °C) ve 5 °C/dk ısıtma hızında piroliz çalışması yapılmış ve katı ürünün yapısı gözlemlenmiştir. 600 ve 700 °C sıcaklıklarda piroliz sonrası oluşan katı ürünlerde dağılmaya yatkın yapısal kusurlardan dolayı optimum sıcaklık olarak 800 °C belirlenmiş ve karakterizasyon çalışmaları bu sıcaklıkta elde edilen ürün için yapılmıştır.

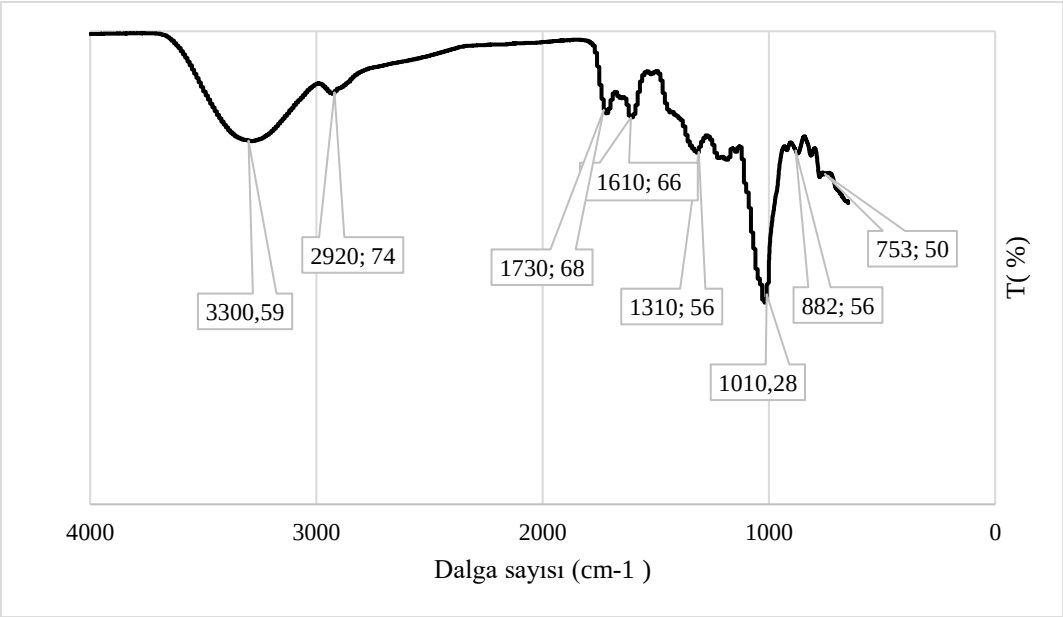
Piroliz sonrası elde edilen karbon aerojelin yoğunluk değeri 0,998 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Karbon aerojellerin yoğunluğu farklı değerlerde olabilmekte ancak yoğunluk değeri ne kadar düşükse karbon aerojelin kullanım potansiyeli ve katma değeri de o denli yüksek olmaktadır. Wang vd. (2017) tarafından atık durian kabuğundan elde edilen karbon aerojellerin yoğunluğu 2 g/cm^3, Meng vd. (2014) tarafından yapılan nanoselülozdan elde edilen ultra hafif karbon aerojellerin yoğunluğu 1,48-1,40 g/cm^3 aralığında ve Wei vd. (2021) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise lignin bazlı grafen aeroejellerin yoğunlukları 2,80 g/cm^3 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, çalışma sonucunda hafif aerojellerin üretildiği söylenebilir.

Elementel analiz, Eskişehir Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Katı Atık Yönetimi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan LECO marka elementel analiz cihazı ile yapılmıştır. Karbon aerojelin elementel analiz sonuçları ise Tablo 2'de görülmektedir. Elementel analiz sonuçlarına göre beklendiği üzere karbon aerojellerin karbon yüzdesi oldukça yüksek bulunmuştur.

Tablo 2. Karbon aerojelin elementel analiz sonucu

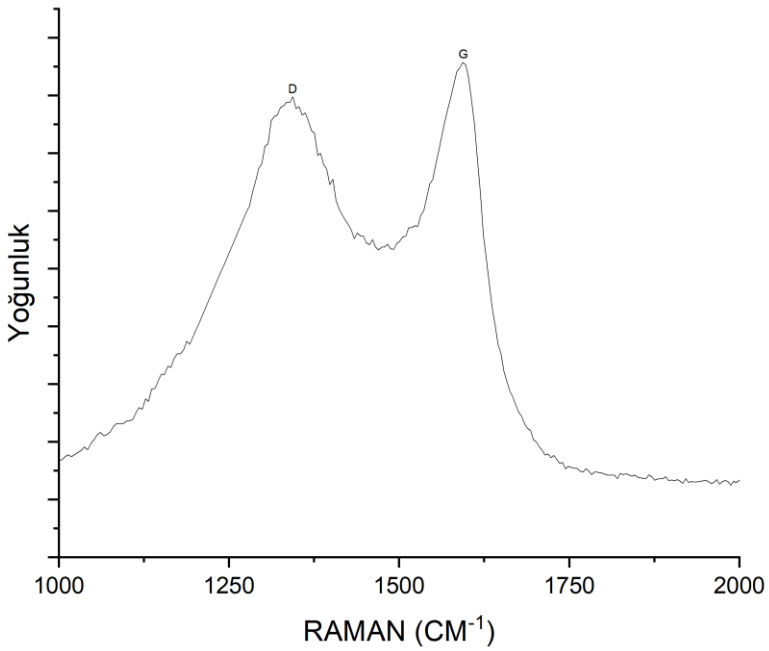
Parametre	(%)
Karbon	84,1
Hidrojen	0,33
Azot	3,02

Karbon aerojel numunesine ait FT-IR spektrumunda (Şekil 4) literatür ile uyumlu olarak 3300-2920 cm^{-1}'de hidroksil bağı (-OH), 1730 cm^{-1}'de karbonil bağı (C=O), 1610 cm^{-1}'de aromatik bağı (C=C), 1310 cm^{-1}'de epoksi bağı (C-O) ve 1010 cm^{-1}'de alkoksi bağı (C-O) olduğu görülmektedir (Wang vd., 2020; Jing vd., 2019).



Şekil 4. Karbon aerojelin FT-IR spektrumu

Karbon aerojelin Raman spektrumu Şekil 5'te görülmektedir. Raman spektrumları, D ve G bantlarında literatür ile uyumlu olarak sırasıyla 1343,35 cm^{-1} ve 1593,34 cm^{-1} tepe noktalarını göstermiştir. D pikinin şiddeti (ID) düzensiz yapıları, G pikinin şiddeti (IG) ise düzenli yapıları ifade etmektedir. ID/IG oranı yapısal kusur yoğunluğunu belirler. Bu çalışmada üretilen karbon aerojelin ID/IG oranı 0,9314 olarak bulunmuş olup, Lee vd. (2020) tarafından durian kabuklarından elde edilen karbon aerojelin ID/IG (0,98) değerine yakın olduğu görülmüştür.



Şekil 5. Karbon aerojelin Raman spektrumu

SONUÇ

Bu çalışmada karbon aerojeller, kolay, kimyasal içermeyen bir sentez prosedürüyle literatürde ilk kez atık nar kabukları kullanılarak elde edilmiştir. Sentezlenen aerojeller yoğunluk, elementel analiz, FTIR ve Raman analizleri ile karakterize edilmiş ve sonuçlar karbon aerojellerin başarılı bir şekilde üretildiğini göstermiştir. Söz konusu karbon aerojellerin daha detaylı karakterizasyonu ile enerji depolama, katalizör, gaz depolama, kirletici adsorsiyonu, ısı yalıtımı, süperkapasitör gibi farklı uygulamalar için uygunluğunu değerlendirmek mümkün olacaktır. İleri dönüşüm (upcycling) yaklaşımıyla gerçekleştirilmiş olan bu çalışma ülkemize özgü bir atık türüyle literatürde ilk kez denenmiş olup, enerji depolama uygulamaları açısından ileride yapılacak katma değeri yüksek ürün eldesine yönelik çalışmalar açısından da temel oluşturmuştur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 2210-C Yurt İçi Öncelikli Alanlar Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında TÜBİTAK ve 22ADP095 No'lu proje kapsamında Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Dong J, Li S, Ding Y 2020. Anchoring nickel-cobalt sulfide nanoparticles on carbon aerogel derived from waste watermelon rind for high-performance asymmetric supercapacitors. Journal of Alloys and Compounds, 845: 155701.

Duong HM, Ling NR, Thai QB, Le DK, Nguyen PT, Goh XY, Phan-Thien N 2021. A novel aerogel from thermal power plant waste for thermal and acoustic insulation applications. Waste Management, 124: 1-7.

Jing Z, Ding J, Zhang T, Yang D, Qiu F, Chen Q, Xu J 2019. Flexible, versatility and superhydrophobic biomass carbon aerogels derived from corn bracts for efficient oil/water separation. Food and Bioproducts Processing, 115: 134-142.

Lee JH, Park SJ 2020. Recent advances in preparations and applications of carbon aerogels: A review. Carbon, 163: 1-18.

Lee K, Shabnam L, Faisal SN, Gomes VG 2020. Aerogel from fruit biowaste produces ultracapacitors with high energy density and stability. Journal of Energy Storage, 27: 101152.

Liu Y, Liu J, Song P 2021. Recent advances in polysaccharide-based carbon aerogels for environmental remediation and sustainable energy. Sustainable Materials and Technologies, 27: e00240.

Meng F, Li L, Wu Z, Zhong H, Li J, Yan J 2014. Facile preparation of N-doped carbon nanofiber aerogels from bacterial cellulose as an efficient oxygen reduction reaction electrocatalyst. Chinese Journal of Catalysis, 35(6): 877-883.

Sam DK, Sam EK, Durairaj A, Lv X, Zhou Z, Liu J 2020. Synthesis of biomass-based carbon aerogels in energy and sustainability. Carbohydrate Research, 491: 107986.

Sha T, Li X, Liu J, Sun M, Wang N, Bo X, Zhou M 2018. Biomass waste derived carbon nanoballs aggregation networks-based aerogels as electrode material for electrochemical sensing. Sensors and Actuators B: Chemical, 277: 195-204.

Wang C, Liang W, Yang Y, Liu F, Sun H, Zhu Z, Li A 2020. Biomass carbon aerogels based shape-stable phase change composites with high light-to-thermal efficiency for energy storage. Renewable Energy, 153: 182-192.

Wang Y, Zhu L, Zhu F, You L, Shen X, Li S. 2017. Removal of organic solvents/oils using carbon aerogels derived from waste durian Shell. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 78: 351-358.

Wei D, Wu C, Jiang G, Sheng X, Xie,Y 2021. Lignin-assisted construction of well-defined 3D graphene aerogel/PEG form-stable phase change composites towards efficient solar thermal energy storage. Solar Energy Materials and Solar Cells, 224: 111013.

Zhu L, Jiang H, Ran W, You L, Yao S, Shen X, Tu F 2019. Turning biomass waste to a valuable nitrogen and boron dual-doped carbon aerogel for high performance lithium-sulfur batteries. Applied Surface Science, 489: 154-164.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

İleri Oksidasyon Proseslerinin Organik Atıksuların Arıtımında Kullanımı

Kasım ATMACA[1*]

[1*] Sinop Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sinop, Türkiye- ORCID: 0000-0002-6570-4127

*katmaca@sinop.edu.tr

Özet

Sanayi toplumunun gelişmesiyle birlikte, endüstriyel faaliyetler sonucu ortaya çıkan organik atıksular çeşitli çevre sorunlarına neden olabilmektedir. Su kütlelerindeki organik kirleticilerin büyük çoğunluğu çevrede kalıcıdır ve insan ve hayvan sağlığı için tehdit oluşturur. Bu nedenle, yüksek konsantrasyonlu organik atık sular için verimli arıtma yöntemlerine acilen ihtiyaç duyulmaktadır. İleri oksidasyon prosesleri (İOP ler), son yıllarda organik atık suların arıtılması alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Diğer kimyasal yöntemlerle karşılaştırıldığında, İOP ler yüksek oksidasyon verimliliği ve ikincil kirlilik oluşturmaması gibi avantajlara sahiptir.

Bu çalışmada, İOP lerin mekanizmaları, avantaj ve dezavantajları gözden geçirilmiştir. Ayrıca İOP lerin yağlı atıksu, boyama atıksuyu ve farmosötik atıksular gibi çeşitli organik atıksulardan kirletici giderimindeki verimlilikleri araştırılmıştır. Son olarak, İOP lerinin gelişme yönleri ve ilerleyen yıllarda hangi alanların geliştirilmesi gerektiği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Organik atıksular, ileri oksidasyon prosesleri, arıtım, oksidasyon

The Use of Advanced Oxidation Processes in the Treatment of Organic Wastewater

Abstract

With the development of the industrial society, organic wastewaters resulting from industrial activities can cause various environmental problems. The vast majority of organic pollutants in water bodies are persistent in the environment and pose a threat to human and animal health. Therefore, there is an urgent need for efficient treatment methods for highly concentrated organic wastewater. Advanced oxidation processes (AOPs) have been widely used in the treatment of organic wastewater in recent years. Compared to other chemical methods, AOPs have advantages such as high oxidation efficiency and no secondary pollution.

In this study, the mechanisms, advantages and disadvantages of AOPs are reviewed. In addition, the efficiency of AOPs in pollutant removal from various organic wastewaters such as oily wastewater, dyeing wastewater and pharmaceutical wastewater were investigated. Finally, the development aspects of AOPs and which areas should be developed in the coming years were discussed.

Keywords: Organic wastewaters, advanced oxidation processes, treatment, oxidation

GİRİŞ

Sosyo-ekonomik gelişme ile birlikte, özellikle organik atık su kirliliği büyüyen bir sorundur. Atık sulardaki organik kirleticiler sadece su kaynakları için değil insan sağlığı için de tehdit oluşturmaktadır. Atık su arıtma teknolojileri fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma yöntemleri olmak üzere sınıflandırılabilir. Fiziksel teknikler temel olarak sedimantasyon, adsorpsiyon ve membran ayırmayı içerir. Sadece fiziksel arıtma yöntemlerini kullanarak organik kirleticileri gidermek oldukça zordur. Yaygın olarak kullanılan biyolojik arıtma yöntemleri arasında aktif çamur ve biyofilm bulunur. Ancak yüksek yatırım ve işletme maliyetleri, çamur şişmesine yatkınlık ve uzun ön hazırlık döngüleri biyolojik arıtma sürecinde var olan sorunlardır. Etkili bir su arıtma teknolojisi olarak, kimyasal yöntemler organik kirleticileri hızla oksitleyebilir ve tamamen bozabilir. Çeşitli kimyasal yöntemler arasında, ileri oksidasyon prosesleri (İOP ler) organik atık suların arıtılması için en iyi yöntem olarak kabul edilir. Yüksek mineralizasyon verimliliği, hızlı oksidasyon ve ikincil kirliliğin olmaması AOP'lerin avantajlarıdır. Fenton reaksiyonları, fotokatalitik oksidasyon, elektrokimyasal oksidasyon reaksiyonları, sonokimyasal oksidasyon, sülfat radikali bazlı İOP ler (SR-İOP ler) vb. dahil olmak üzere İOP ler, yüksek derecede aktif radikallerin üretilmesi yoluyla organik kirleticileri tamamen giderebilir (Ma ve ark., 2021).

Bu çalışmada, farklı organik atık suların (yağlı atık su, boya atıksuları, farmasötik atık sular) arıtımında İOP lerin etkinliği karşılaştırılmıştır. Ek olarak, optimal deney koşulları ve çalışma parametreleri tablolara entegre edilmiştir.

Fenton oksidasyonu

Fenton oksidasyon prosesinin temel mekanizması

Fenton oksidasyonu, hidroksil radikali ($OH^{\bullet}$) oluşturmak için Fe^{2+} ve hidrojen peroksit (H_2O_2) kullanan bir oksidasyon tekniğidir. Genel olarak $OH^{\bullet}$, çeşitli organik bileşikleri oksitleyebilen bir tür oksitleyici radikaldir. Fenton oksidasyonu özellikle biyolojik olarak parçalanması veya geleneksel kimyasal proseslerle arıtılması zor olan organik atık sular için kullanılır. Normal Fenton yönteminde Fe^{2+} katalizörlüğünde H_2O_2, $OH^{\bullet}$ ne ayrışır. Daha sonra $OH^{\bullet}$ i , elektron transferi yoluyla organik maddeyi oksitleyebilir ve küçük moleküllere parçalayabilir. Fenton oksidasyon işleminin avantajları, yüksek verimlilik, düşük işletme maliyetleri ve tehlikeli organik kirleticiler için yüksek bozunma verimliliğidir. Bununla birlikte, Fe^{2+} nın düşük rejenerasyon verimi, Fenton reaksiyonunun verimini sınırlar (Ma ve ark., 2021).

Ozon oksidasyon prosesi

Güçlü bir oksitleyici olarak ozon, geniş bir pH aralığında su kütlesindeki organik ve inorganik maddelerin çoğunu oksitleyebilir. Ozonlama iki ana yolla sağlanır: doğrudan ve dolaylı reaksiyonlar. Doğrudan reaksiyon, ozonun organik madde ile reaksiyona girmesidir. Bu metodoloji oldukça seçicidir. İndirgenebilir çift bağlara sahip organik bileşiklere saldırır. Bu nedenle doymamış alifatik ve aromatik hidrokarbon bileşiklerine uygulandığında genellikle daha verimlidir. Dolaylı reaksiyon ise, oksidasyon reaksiyonuna katılan $OH^{\bullet}$ i oluşturmak için ozonun su içinde ayrışmasını ifade eder. Ozon oksidasyon yöntemi, güçlü oksitleme kabiliyetine sahiptir ve ikincil kirliliğe neden olmaz, ancak zayıf kullanım oranı, kararsız arıtma etkisi, ağır enerji tüketimi, yüksek işlem maliyeti ve kusurlu teknoloji gibi bazı sorunları vardır. Ozon üretiminin verimliliğinin nasıl artırılacağı ve enerji tüketiminin nasıl azaltılacağı, çözülmesi gereken temel sorunlardan biridir (Ma ve ark., 2021).

Elektrokimyasal oksidasyon prosesleri

Elektrokimyasal oksidasyon elektrotlar da meydana gelen reaksiyonlar sayesinde oksidasyon ile atıksudan kirleticilerin giderilmesi işlemidir. Bu proses, direkt ve dolaylı oksidasyon olmak üzere 2 ye ayrılır. Doğrudan oksidasyon, anot yüzeyindeki su moleküllerinin çözünmesiyle üretilen $OH^{\bullet}$ nin organik maddeleri oksidasyonuna dayanır (Ma ve ark., 2021).

Sülfat Radikal Bazlı İleri Oksidasyon Prosesleri (SR-İOP)

Sülfat radikali bazlı ileri oksidasyon prosesleri (SR-İOP), dirençli mikroorganizmalar, ilaçlar ve biyolojik olarak parçalanamayan organik maddeler gibi kirleticileri gidermek için uygulanabilir. Sülfat radikalleri ($SO_4^{\bullet-}$), hidrojeni doymuş karbondan uzaklaştırarak, hidrojeni çift bağlara ekleyerek veya elektron transferi ile organik maddenin kısmen veya tamamen mineralleşmesine neden olur. Fenton prosesiyle karşılaştırıldığında, SR-İOP kullanımının bazı avantajları şunlardır: (i) Sülfat radikalleri, Fenton prosesinde oluşan $OH^{\bullet}$ den daha fazla stabiliteye sahiptir. (ii) Sülfat radikalleri sulu çözeltide OH• den daha yüksek çözünürlüğe sahiptir. (iii) SR-İOP lerin kullanımında pH aralığı Fenton prosesine göre daha geniştir (Ma ve ark., 2021).

Fotokatalitik oksidasyon prosesleri

Fotokataliz teorisi, ışık varlığında fotokatalizörlerin redoks kabiliyetine dayanmaktadır. Genel olarak yarı iletkenler, organik kirleticileri CO_2 ve H_2O'ya indirgemek için fotokatalitik işlemlerde katalizör olarak kullanılır. Fotokatalitik oksidasyon teknolojisi, organik atık suların arıtılması için verimli ve enerji tasarrufu sağlayan yeşil bir teknolojidir (Ma ve ark., 2021). Geleneksel atıksu arıtma yöntemiyle karşılaştırıldığında, fotokataliz, farmasötik atık su, boyama atıksuları ve çeşitli refrakter maddeler içeren diğer atık suların ileri arıtımında yüksek verim ve geri dönüşüm avantajlarına sahiptir.

İleri Oksidasyon Proseslerinin Uygulamaları

Yağlı Atıksuların Arıtımı

Yağlı atık su genellikle petrokimya ve gıda işleme endüstrilerinden gelir. Yağlı atık su, içme suyu kaynaklarını kirletebilir ve mahsul üretimini etkileyerek su kaynakları ve insan sağlığı için büyük bir tehdit oluşturabilir (Ma ve ark., 2021). Literatürde, yağlı atıksulardan İOP ler ile kirletici giderimi üzerine yapılmış çalışmalardan bazıları Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Yağlı atıksulardan İOP ler ile yapılmış arıtım çalışmaları

Proses	Optimum deneysel koşullar	Kirletici giderimi (%)	Referans
Fotokatalitik oksidasyon	KOİgiriş: 389 mg/L, TiO_2: 150 ppm, bozunma süresi: 10 dak.	63 KOİ, 70 yağ	Kang ve ark., 2011
Fotokatalitik oksidasyon	Katalist: 5 g/L, süre: 24 saat	96 ± 2 yağ-gres	Shivaraju ve ark., 2016
Fenton oksidasyon	Katalist: 7 g/L, H_2O_2: 10 mmol/L, pH: 3, süre: 2 saat	92 KOİ	Cao ve ark., 2013
Foto-Fenton oksidasyon	H_2O_2: 400 mg/L, Fe^{2+}: 40 mg/L, pH: 6.3, katalist: 0.8 mg/L, süre: 7 saat	98 KOİ	Mokhbi ve ark., 2019
SR-İOP	PS: 266 g/L, süre: 23.58 dak, pHgiriş: 2	63.38 KOİ, 94.85 renk	Genç ve ark., 2020
SR-İOP	Persülfat: 250 mM, akım: 200 mA, Fe^{2+}: 25 mM, süre: 6 saat	71.2 KOİ, 88 toplam fenol	Görmez ve ark., 2020

Boya atıksularının arıtımı

Boya atıksuları yüksek düzeyde askıda katı madde (AKM), KOİ, biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) ve metaller ile karakterize edilir. Tekstil fabrikaları gibi boyaların yoğun olarak kullanıldığı ve oluştuğu yerlerde herhangi bir arıtma işlemi yapılmadan atıksuların alıcı ortamlara verilmesi su kütleleri ve arazi üzerinde ciddi sonuçları olacaktır. Dolayısıyla, boya atıksularının kesinlikle arıtılması gerekir (Ma ve ark., 2021). Literatürde boya atıksularından İOP ler ile yapılmış çalışmalardan bazıları Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2. Boya atıksularından İOP ler ile yapılmış arıtım çalışmaları

Proses	Optimum deneysel koşullar	Kirletici giderimi (%)	Referans
Fotokatalitik oksidasyon	UV: 17 mW/cm^2, katalist: 500 mg/L, H_2O_2: 10 mM, pH: 5, süre: 80 dak.	90 Porcino Red	So ve ark., 2002
Fotokatalitik oksidasyon	C_0: 20 mg/L, katalist: 1.0 g/L, pH: 4, süre: 75 dak.	100 Rh B	Adly ve ark., 2019
Fenton oksidasyon	pH: 4, H_2O_2: 0.01 M, süre: 1 saat	94.6 renk	Sun ve ark., 2009
Elektro-Fenton	Akım yoğunluğu: 3.2 mA/cm^2, pH: 3, Fe^{2+}: 2 mM, süre: 4 saat	75.2 KOİ	Wang ve ark., 2010
Ozon oksidasyon	C_0: 400 mg/L, ozon-hava akış hızı: 120 L/saat, pH: 12, süre: 2 saat	64.96 KOİ	Turhan ve ark., 2012
Elektrokimyasal oksidasyon	Akım yoğunluğu: 100 mA/cm^2, pH: 3.03, süre: 2 saat	100 renk	Tang ve ark., 2020
Elektrokimyasal oksidasyon	Akım: 0.3 A, Na_2SO_4: 0.1 M, süre: 90 dak	100 renk	Mei ve ark., 2019

Farmasötik atıksular

Hacmi, karmaşıklığı ve tehlikeli doğası nedeniyle farmasötik atıksuların arıtılması oldukça zordur. Farmasötik atıksular, yüksek BOİ ve KOİ'ye sahip farmasötik kalıntıları, farmasötik aktif bileşikleri ve uçucu organik bileşikleri içerir. Bu farmasötik atıkların çoğu, ekosistemde birikimleri sonucunda antibiyotiğe dirençli mikroorganizmaların gelişmesine yol açabileceğinden, insan sağlığı ve ekosistem için ciddi tehdit oluşturmaktadır (Ma ve ark., 2021). Literatürde farmasötik atıksulardan İOP ler ile yapılmış çalışmalardan bazıları Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3. Farmasötik atıksulardan İOP ler ile yapılmış arıtım çalışmaları

Proses	Optimum deneysel koşullar	Kirletici giderimi (%)	Referans
Fotokatalitik oksidasyon	C_0: 10 mg/L, katalist: 0.2 g/L, pH: 5, süre: 5 saat,	100 TC	Ahmadi ve ark., 2017
Fotokatalitik oksidasyon	Katalist: %3, süre: 7 saat	62-79 KOİ, 62-86 TOK	Ata ve Töre (2019)
Fenton oksidasyon	pH: 6, H_2O_2: 2.9 mM, süre: 2 saat	74 antibiyotik	Qian ve ark., 2020

SONUÇLAR

Gelişmekte olan ve verimli bir atık su arıtma yöntemi olarak, İOP ler ikincil kirlilik oluşturmaması ve yüksek mineralizasyon verimliliği gibi avantajlara sahiptir. Farklı İOP lerin pratik uygulama açısından bazı sınırlamalar

vardır. Prosesin uygulamasını sınırlayan iki faktör, reaksiyon koşullarına karşı hassasiyet ve yüksek arıtma maliyetleridir. Örneğin, Fenton oksidasyon teknolojisi, yüksek kirletici bozunma verimliliği elde etmek için ortam pH'ının 3'ten düşük olmasını gerektirir. Ozon oksidasyon prosesinde, alkali bir ortam, prosesin oksidasyon kapasitesini daha iyi geliştirebilir. Daha iyi arıtma sonuçları elde etmek için organik atıksuyun pH değerinin düzenlenmesi arıtma maliyetini artıracaktır. İOP'lerin tek başına kullanılması ile karşılaştırıldığında, farklı İOP'lerin kombinasyonu sadece kirleticilerin bozunmasını arttırmakla kalmaz, aynı zamanda arıtma maliyetini de bir dereceye kadar düşürür. İOP ler, yüzdürme ve flokülasyon gibi fiziksel yöntemlerle entegre edilebilir ve atık suyun biyokimyasal özelliklerini iyileştirmek ve organik kirleticileri uzaklaştırmak için biyokimyasal işlemler için bir ön arıtma işlemi olarak kullanılabilir. Günümüzün giderek daha ciddi hale gelen çevre problemlerinde, etkili bir kirlilik kontrolü aracı olarak, İOP'lerin geliştirilmesi oldukça önemlidir. İleri oksidasyon teknolojisinin geliştirilmesi için aşağıdaki konular daha fazla araştırılmalıdır:

1) Düşük maliyetli verimli katalizörlerin geliştirilmesi, Fotokatalitik oksidasyon teknolojisi alanında, verimli ve ucuz katalizörlerin hazırlanması her zaman gelecekteki araştırmaların sıcak noktası olacaktır.
2) Reaksiyon koşulları hakkında daha fazla çalışma yapılması gerekir. Optimal reaksiyon koşullarının doğru bir şekilde kavranması, katalizörlerin verimli kullanımını ve İOP lerin pratik uygulamasını kolaylaştırır.
3) Oksidasyon teknolojisinin temellerinin araştırılması ve iyileştirilmesi, İOP'lerin ilerlemesine katkıda bulunabilir. Arıtma prosesinin maliyetini azaltmak ve reaksiyon tesislerinin korozyon problemini çözmek, İOP lerin endüstriyel uygulamasını teşvik etmede kilit faktörlerdir.
4) Fenton sistemlerinin diğer arıtma prosesleriyle verimli kombinasyonları belirlenmelidir. Nihai olarak yüksek verimlilik ve maliyet etkinliği göz önünde bulundurularak arıtma alternatiflerinin optimize edilmesi gerekir.

KAYNAKLAR

Adly MS, El-Dafrawy Sh M, El-Hakam SA 2019. Application of nanostructured graphene oxide/titanium dioxide composites for photocatalytic degradation of rhodamine B and acid green 25 dyes. Journal of Materials Research and Technology, 8(6): 5610-5622.

Ahmadi M, Motlagh HR, Jaafarzadeh N, Mostoufi A, Saeedi R, Barzegar G, Jorfi S 2017. Enhanced photocatalytic degradation of tetracycline and real pharmaceutical wastewater using MWCNT/TiO_2 nano-composite. Journal of Environmental Management, 186(1): 55-63.

Ata R, Töre GY 2019. Characterization and removal of antibiotic residues by NFC-doped photocatalytic oxidation from domestic and industrial secondary treated wastewaters in Meric-Ergene Basin and reuse assessment for irrigation. Journal of Environmental Management, 233: 673-680.

Cao CY, Meng LK, Zhao YH 2013. Fe-pillared bentonite, a stable Fenton catalyst for treatment of petroleum refinery wastewater. Toxicological & Environmental Chemistry, 95(5): 747-756.

Genç N, Durna E, Cicigün HK 2020. Response surface modeling and optimization of microwave activated persulfate oxidation of olive oil mill wastewater. Clean Soil Air Water, 48(1): 1900198

Görmez F, Görmez Ö, Yabalak E, Gözmen B 2020. Application of the central composite design to mineralization of olive mill wastewater by the electro/FeII/persulphate oxidation method. SN Applied Sciences, 2(178).

Kang J, Lu L, Zhan W, Li B, Li DS, Ren YZ, Liu DQ 2011. Photocatalytic pretreatment of oily wastewater from the restaurant by a vacuum ultraviolet/TiO_2 system. Journal of Hazardous Materials, 186(1): 849-854.

Ma D, Yi H, Lai C, Liu X, Huo X, An Z, Li L, Fu Y, Li B, Zhang M, Qin L, Liu S, Yang L 2021. Critical review of advanced oxidation processes in organic wastewater treatment. Chemosphere, 275: 130104.

Mei R, Wei Q, Zhu C, Ye W, Zhou B, Ma L, Yu Z, Zhou K 2019. 3D macroporous boron-doped diamond electrode with interconnected liquid flow channels: A high-efficiency electrochemical degradation of RB-19 dye wastewater under low current. Applied Catalysis B: Environmental, 245: 420-427.

Mokhbi Y, Korichi M, Akchiche Z 2019. Combined photocatalytic and Fenton oxidation for oily wastewater treatment. Applied Water Science, 9(35): 1-9.

Qian M, Yang L, Chen X, Li K, Xue W, Li Y, Zhao H, Cao G, Guan X, Shen G 2020. The treatment of veterinary antibiotics in swine wastewater by biodegradation and Fenton-like oxidation. Science of the Total Environment, 710: 136299.

Shivaraju HP, Muzakkira N, Shahmoradi B 2016. Photocatalytic treatment of oil and grease spills in wastewater using coated N-doped TiO_2 polyscales under sunlight as an alternative driving energy. International Journal of Environmental Science and Technology, 13: 2293-2302.

So CM, Cheng MY, Yu JC, Wong PK 2002. Degradation of azo dye Procion Red MX-5B by photocatalytic oxidation. Chemosphere, 46(6): 905-912.

Sun SP, Li CJ, Sun JH, Shi SH, Fan MH, Zhou Q 2009. Decolorization of an azo dye Orange G in aqueous solution by Fenton oxidation process: Effect of system parameters and kinetic study. Journal of Hazardous Materials, 161(2-3): 1052-1057.

Tang Y, He D, Guo Y, Qu W, Shang J, Zhou L, Pan R, Dong W 2020. Electrochemical oxidative degradation of X-6G dye by boron-doped diamond anodes: Effect of operating parameters. Chemosphere, 258: 127368.

Turhan K, Durukan I, Ozturkcan SA, Turgut Z 2012. Decolorization of textile basic dye in aqueous solution by ozone. Dyes and Pigments, 92(3): 897-901.

Wang CT, Chou WL, Chung MH, Kuo YM 2010. COD removal from real dyeing wastewater by electro-Fenton technology using an activated carbon fiber cathode. Desalination, 253(1-3): 129-134.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

The Relationship between Zonguldak Coal Components and Calorific Value

Gökhan Sarıhan[1*](*https://orcid.org/0000-0002-4998-6005*), Sait Kızgut[2](https://orcid.org/0000-0002-5312-6235), Ayhan Ali Sirkeci[3](https://orcid.org/0000-0002-5836-6609)

*[1] Turkish Hardcoal Enterprise, Asma Zonguldak.
[2] Department of Mining Engineering, Zonguldak Bülent Ecevit University, 67100, Zonguldak, Turkey
[3] Istanbul Technical University, Mining Faculty, 34469, İstanbul Turkey

*Corresponding author e-mail: gokhansarihan@windowslive.com

Abstract
In this study, coal samples were collected from one coal seam of Üzülmez coal mine of Turkish Coal Enterprise operating in Zonguldak coal basin. Firstly collected coal samples were sieved into 5 size groups ("-100+50", "-50+18", -"18+10", "-10+6", "-6+0.5" mm). Secondly, float and sink analysis was carried out on each size group coal samples. Zinc chloride solutions with the densities of 1.30, 1.40, 1.50, 1.60, 1.70, 1.80 and 1.90 g/cm^3 were used in the order of float and sink analysis. Float and sink analysis on each size group resulted as a total number of 35 coal samples. Thirdly coal components and calorific values of each of this 35 samples were determined. Finally a prediction method of calorific value in terms of components of coal sample for Zonguldak coal is proposed. According to the proposed prediction method, calorific value is strongly related to components of each coal sample. In other words, one can easily estimate the calorific value of a coal with defined components. Correlation between measured and predicted calorific values is statistically significant (R^2=0.94). This method will be useful for coal preparation plants. energy, cost and time savings will be achieved.
Keywords: Coal components, Calorific Value, Carbon, Hydrogen, Sulfur, Ash, Zonguldak coals, Coal seam, Correlation

INTRODUCTION

Coal is heterogeneous in structure, has a composition consisting of organic and inorganic matter and moisture, is a combustible rock that gives off heat when burned (Ateşok 2004). Coal is formed by the presence of varying amounts of carbon and other elements. Its main component is carbon; it also contains varying amounts of hydrogen, sulphur, oxygen and nitrogen. The main element that determines the calorific value of coal is carbon and other carbon-bound elements. Since the main component is carbon, it is the carbon that will affect the calorific value the most. Majumder et al. summarized the effect of short analyzes of coal on the magnitude of the upper calorific value. He has developed some notable models, as featured in his work. It is stated that the compounds included in the elemental analyzes of coal are also effective in the size of the upper calorific value.(Majumder, Jain et al. 2008) Wen et al., in their study, summarized the elemental analysis components-upper calorific value models that have been made so far. Coal seams however may not show the same proximate analysis everywhere since formation of coal is complicated. In order to characterize the coal of a specific coal seam, mean values of coal seam proximate analysis data can be used. Regarding the combustion of coal, calorific value (CV) is the first criteria to be evaluated in order to decide the coal to be combusted.(Wen, Jian et al. 2017) Coal calorific value is important for power plants. It could be helpful to coal consumers to have a method to predict CV with the raw data of proximate analysis. Chen and Ma investigated the petrographic characteristics of Chinese coals and the effect of petrogphic composition on coal utilization processes.(Chen and Ma 2002) In their study, Feng et al. put forward methods involving calorific value estimation for coal samples from different countries, including Turkey.(Feng, Zhang et al. 2015) Duranay calculated calorific values using short analysis data of ten different biomass in their study. It was used to estimate the calorific value by considering the ash, volatile matter, ash and volatile matter, volatile matter and fixed carbon contents of the biomass.(Durunay and Yılgın 2018)

In this study an empirical relationship between coal components and calorific values of Zonguldak coals is proposed. This method would help better to identify Zonguldak coals calorific value rather than existing models for other type coals.

MATERIALS AND METHODS

Firstly collected coal samples were sieved into 5 size groups ("-100+50", "-50+18", -"18+10", "-10+6", "-6+0.5" mm). Secondly, float and sink analysis was carried out on each size group coal samples. Zinc chloride solutions with the densities of 1.30, 1.40, 1.50, 1.60, 1.70, 1.80 and 1.90 g/cm^3 were used in the order of float and sink analysis. However at some densities no sample was floated. That is why, float and sink analysis on each size group resulted as a total number of 35 coal samples. All of these 35 samples were analyzed in terms of ash content and calorific values. Ash content is determined in the order of ASTM D 3174. Each coal sample was ground under 200 mesh in the first step. And 0.5 g was taken from each pulverized coal sample and placed in crucibles and put down in oven for 500 °C for one hour and 850 °C for 2 hours. Ratio between the unburned residue in the crucible and the initial weight of the sample result in ash content percentage.Calorific value determinations on the other hand are more of a tougher to carry out. CV of these samples were determined by Bomb calorimeter (Model AC-350) following the ASTM procedure (ASTM D5865). Elemental carbon, hydrogen and sulfur analyzes were made at all density differences of the samples. Carbon, hydrogen and sulfur analyzes were made with Eltra CHS 580 and Eltra CS 2000 instruments.

RESULTS and DISCUSSION

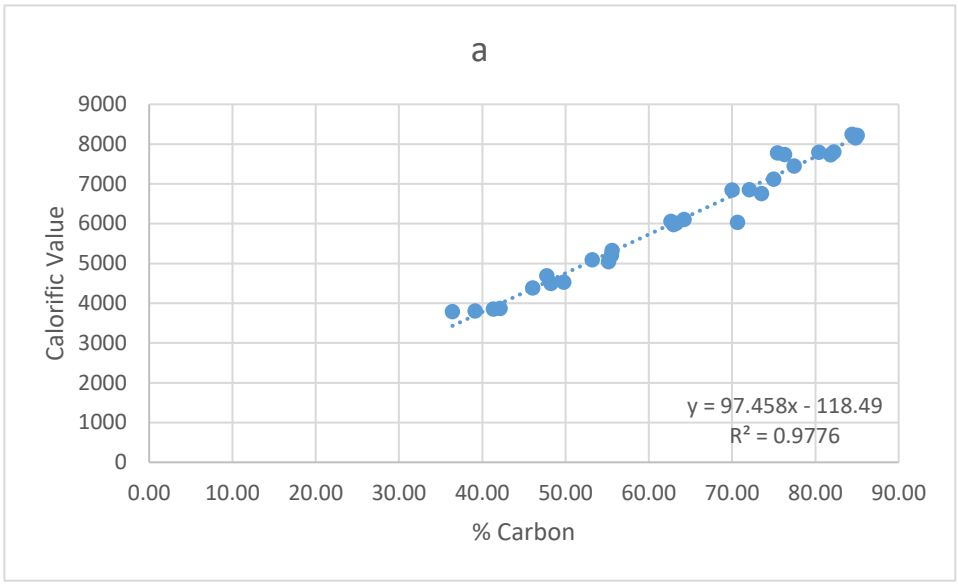
Coal samples from one coal seam in Zonguldak were analyzed in terms of coal components and calorific values. The results of these analyses are given in

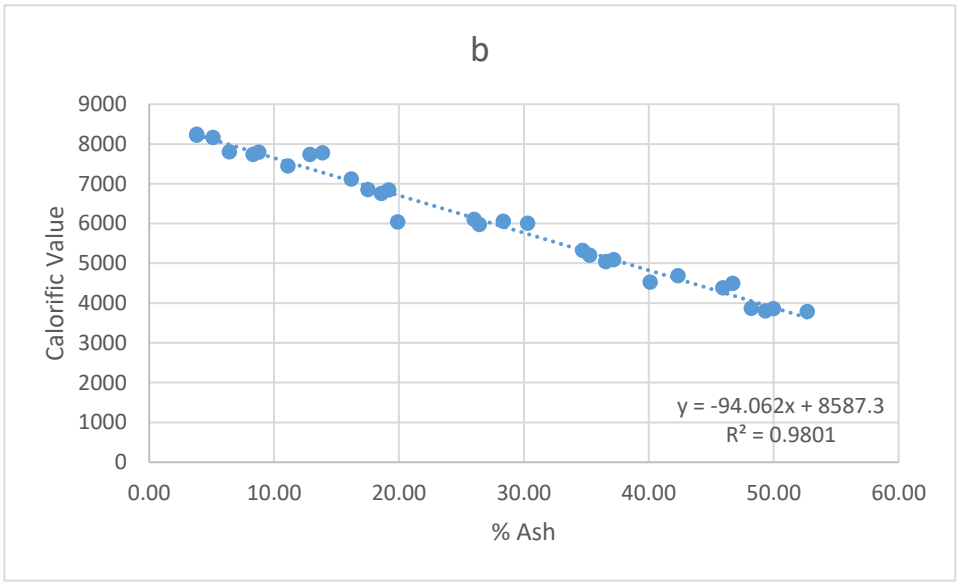
Table 1. Results of the coal components and calorific value determinations for Coal Seam A.

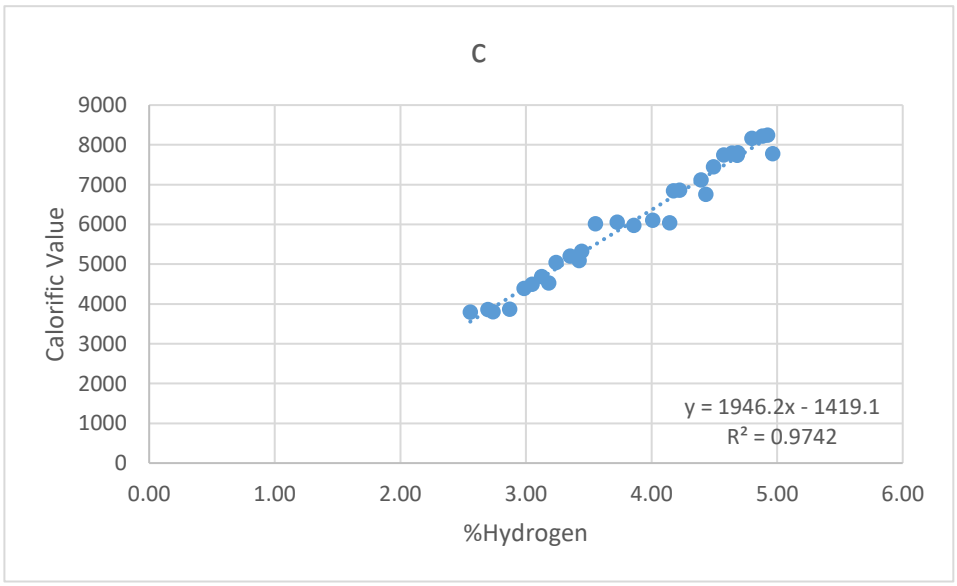
Size	Density	Carbon %	Hydrogen %	Sulfur %	Ash %	Calorific value
50-100	-1,30	-	-	-	-	-
	-1,40	76,29	4,57	1,17	12,86	7743,00
	-1,50	73,52	4,43	0,93	18,59	6760,00
	-1,60	63,26	3,55	0,79	30,28	6013,00
	-1,70	-	-	-	-	-
	-1,80	-	-	-	-	-
	+1,90	-	-	-	-	-
18--50	-1,30	-	-	-	-	-
	-1,40	75,43	4,96	0,98	13,87	7782,00
	-1,50	77,45	4,49	0,99	11,10	7452,00
	-1,60	70,66	4,14	0,95	19,90	6038,00
	-1,70	55,16	3,24	0,82	36,55	5041,00
	-1,80	48,24	3,05	0,83	46,71	4497,00
	+1,90	42,12	2,87	2,29	48,19	3872,00
10--18	-1,30	85,01	4,88	1,07	3,79	8221,00
	-1,40	80,40	4,64	1,20	8,76	7796,00
	-1,50	72,06	4,22	1,12	17,50	6858,00
	-1,60	62,65	3,73	1,35	28,33	6057,00
	-1,70	55,50	3,35	1,00	35,27	5205,00

	-1,80	49,76	3,18	0,84	40,11	4532,00
	+1,90	36,41	2,56	0,74	52,69	3793,00
6--10	-1,30	84,42	4,92	0,93	3,80	8248,00
	-1,40	81,82	4,68	0,90	8,31	7735,00
	-1,50	69,97	4,17	0,89	19,16	6843,00
	-1,60	62,97	3,86	1,05	26,42	5977,00
	-1,70	53,19	3,42	1,09	37,19	5094,00
	-1,80	46,03	2,98	0,80	45,91	4388,00
	+1,90	39,14	2,74	0,57	49,33	3806,00
0--6	-1,30	84,81	4,80	0,92	5,10	8162,00
	-1,40	82,19	4,69	1,14	6,40	7805,00
	-1,50	74,97	4,39	0,74	16,18	7117,00
	-1,60	64,23	4,01	1,07	26,00	6103,00
	-1,70	55,56	3,44	1,05	34,70	5327,00
	-1,80	47,74	3,12	0,83	42,33	4690,00
	+1,90	41,30	2,70	0,54	49,96	3858,00

Second step after obtaining ash contents, carbon contents, sulfur contents, hydrogen contents and corresponding calorific values of each sample is to obtain the relationship between them. Figure 1(a,b,c,d) is the representations of the relationship between ash content, carbon content, sulfur content, hydrogen content and calorific value for coal seam.


a
Calorific Value
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
70.00
80.00
90.00
% Carbon
y = 97.458x - 118.49
R² = 0.9776


b
Calorific Value
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
0.00
10.00
20.00
30.00
40.00
50.00
60.00
% Ash
y = -94.062x + 8587.3
R² = 0.9801


c
Calorific Value
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
0.00
1.00
2.00
3.00
4.00
5.00
6.00
%Hydrogen
y = 1946.2x - 1419.1
R² = 0.9742

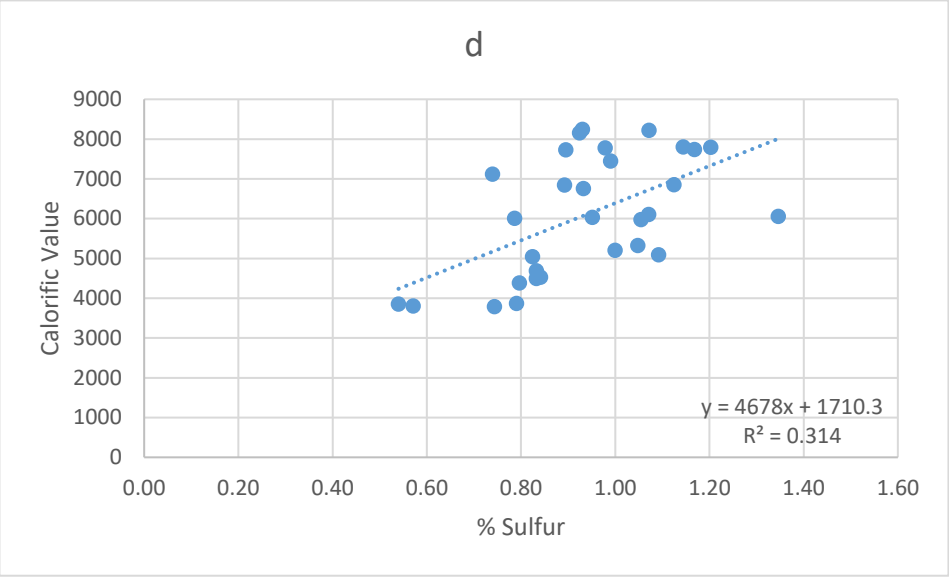


Figure 1(a,b,c,d). Graphical representation of the relationship between ash, carbon, sulfur, hydrogen content and calorific value for each coal sample from Coal Seam.

Referring to the Figure 1.a as carbon content gets higher, higher the calorific value is. Correlation between carbon content and calorific value is statistically significant, refer to the R^2 in each graphs; 0.98 for coal seam. As for the formulation developed between carbon content and calorific value, Equation 1 is proposed for the coal seams.

Calorific Value=97,458*C-118,49 [1]

(C stands for Carbon content)

Referring to the Figure 1.b as ash content gets higher, lower the calorific value is. Correlation between carbon content and calorific value is statistically significant, refer to the R^2 in each graphs; 0.98 for coal seam. As for the formulation developed between ash content and calorific value, Equation 2 is proposed for the coal seam.

Calorific Value=-94,062*A+8587,3 [2]

(A stands for Ash content)

Referring to the Figure 1.c as hydrogen content gets higher, higher the calorific value is. Correlation between hydrogen content and calorific value is statistically significant, refer to the R^2 in each graphs; 0.97 for coal seam. As for the formulation developed between hydrogen content and calorific value, Equation 3 is proposed for the coal seam.

Calorific Value=-1946,2*H-1419,1 [3]

(H stands for Hydrogen content)

Referring to the Figure 1.d as There is no linear relationship between sulfur and calorific value. R2 value is quite low. Correlation between sulfur content and calorific value is not statistically significant, refer to the R^2 in each graphs; 0.31 for coal seam. As for the formulation developed between ash content and calorific value, Equation 4 is proposed for the coal seam.

Calorific Value=4678*S+1710,3 [4]

(S stands for Sulfur content)

A regression was made between the coal component values and the calorific value. As a result of the regression, the calorific value equation depending on the coal components was obtained.

Table 2. Regression results

	Coefficient
İntersection	2570,77856
Carbon %	24,89632246
Hydrogen %	720,3223148
Ash %	-35,29788986
Sulfur %	97,2390469
Multiple R2	0,992290417
R2	0,984640272

General equation 5 obtained according to the regression results

Calorific Value=2570,7786+24,8963*C+720,3223*H-35,2979*A+97,2390*S [5]

(C stands for Carbon content, A stands for Ash content, H stands for Hydrogen content, S stands for Sulfur content)

Thanks to the developed equation, the caloric value can be easily determined depending on the coal components. Regarding achievement of the Eqn.5 is validated with the comparision between measured calorific values and predicted ones. This comparision is provided graphically in Figure 3.

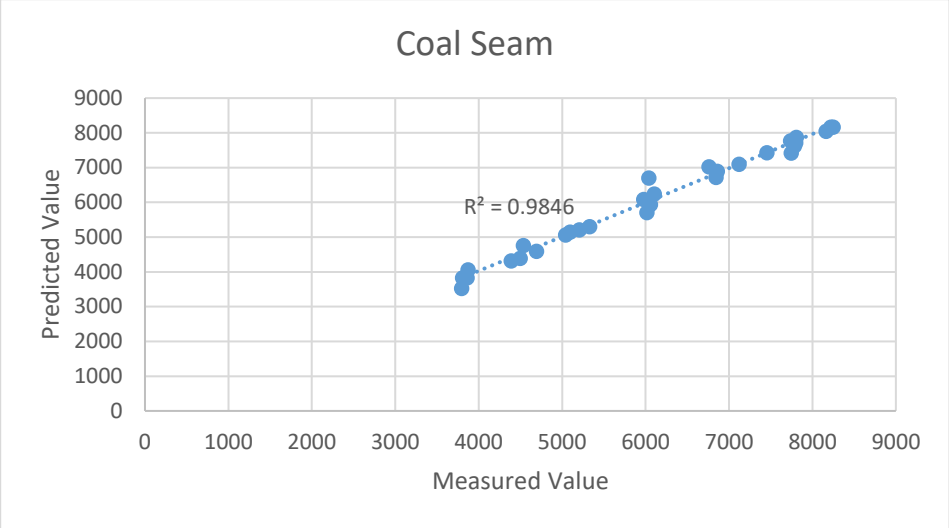


Figure 3. Measured vs Predicted calorific values for coal samples from coal seam of Zonguldak.

Majumder studied for the development of a new proximate analysis based correlation in order to predict calorific value of Indian coals. This study revealed the connection between coal components and calorific value of Zonguldak coals.(Majumder, Jain et al. 2008) Calorie value can always be expressed as a function of ash, hydrogen and carbon content for zonguldak coals. The calorific value is inversely proportional to the ash content and directly proportional to the hydrogen content and carbon content.

CONCLUSION

The aim of this study was to get to know Zonguldak coals better, to reveal the connection between the calorific value of the coal components and to balance the relationship between them. the relationship between the data is significant and statistically reliable. Using this relationship can be both time-saving and validator. Correct determination of calorific value is very important for thermal power plants, iron and steel industry. The calorific value can be determined by this method with less effort. future studies can be done with more coal samples and a general study on different coal seams.

REFERENCES

Ateşok, G. (2004). "Kömür hazırlama ve teknolojisi." YMGV, 375s.

Chen, P. and J. Ma (2002). "Petrographic characteristics of Chinese coals and their application in coal utilization processes." Fuel **81**(11-12): 1389-1395.

Durunay, N. and M. Yılgın (2018). "Kısa Analiz Verileri Kullanılarak Biyokütlenin Üst Isı Değerinin Hesaplanması." Academic Platform-Journal of Engineering and Science **6**(2): 103-108.

Feng, Q., et al. (2015). "Proximate analysis based prediction of gross calorific value of coals: A comparison of support vector machine, alternating conditional expectation and artificial neural network." Fuel Processing Technology **129**: 120-129.

Majumder, A. K., et al. (2008). "Development of a new proximate analysis based correlation to predict calorific value of coal." Fuel **87**(13-14): 3077-3081.

Wen, X., et al. (2017). "Prediction models of calorific value of coal based on wavelet neural networks." Fuel **199**: 512-522.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Üzülmez Bölgesi Kömürlerin Petrografik Özellikleri

Gökhan Sarıhan[1*](*https://orcid.org/0000-0002-4998-6005*), Sait Kızgut[2](https://orcid.org/0000-0002-5312-6235)

[*1]Türkiye Taşkömürü Kurumu, Zonguldak,Türkiye
[2]Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik, Maden, Zonguldak, Türkiye

* gokhansarihan@windowslive.com

Özet
Kömür heterojen yapıda bir maddedir. Bu yüzden özelliklerin belirlenmesi için petrografik analizler önemli yer tutar. Bu çalışmada Zonguldak havzasında Üretim yapılan beş bölgeden biri olan üzülmez bölgesindeki kömür damarları üzerine çalışma yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda İncelenen kömür örnekleri kül (%3,79-19,16), üst ısıl değer (6760-8248 kcal/kg), %C (%69,97-85,01) ve toplam %S (%0,74-1,17) değerleri sunmaktadırlar. Bununla beraber örneklere ait toplam nem içerikleri orijinal bazda %0,91-1,75 gibi çok düşük değerlerde ölçülmüştür. İncelenen örneklerinden vitrinit yansıtma değerlerinin ortalamaları (%Ro) 0,90-1,15% aralığında bulunulmuştur. İncelenen örneklerde yaygın maseral grubunu vitrinit maseralleri oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler:Kömür, Petrografi, Yansıtma, Masarel, Kül, Kalorifik Değer

Petrographic analysis of coals in üzülmez region

Abstract
Coal is a heterogeneous material. Therefore, petrographic analyzes have an important place in determining the features. In this study, the coal seams in the Üzülmez region, which is one of the five regions where production is made in the Zonguldak basin, were studied. As a result of the study, the examined coal samples were ash (3.79-19.16%), upper calorific value (6760-8248 kcal/kg), %C (69.97-85.01%) and total S % (0.74 -1.17) values. However, the total moisture contents of the samples were measured at very low values such as 0,91-1,75% on the original basis. The mean (%Ro) of vitrinite reflectance values of the examined samples were found in the range of 0.90-1.15%. In the samples examined, vitrinite macerals constitute the common maceral group.

GİRİŞ

Kömür, farklı oranlarda organik ve inorganik bileşenler bünyesinde bulunduran organik bir kayaç olup doğada birebir özdeş kömürlerin bulunması imkan dışıdır(Özpeker and Kural 1991).

Kömür homojen olmayan heterojen yapıda bir maddedir. Yeterli oranlarda organik madde içeren, doğal halde veya bazı değişimlerden sonra yanıcı hale gelen kayaçlara “mineral yakıtlar” denilmektedir. Yanabilen bütün mineraller yakıt sınıfına dahil edilmezler. Mineral yakıtların ortak özelliği organik yapıda olması ve belirli oranlarda karbon, hidrojen, kükürt ve azot içermeleridir. Kömürü oluşturan ana element karbondur. Kömürün özelliklerinin bilinmesi, sınıflandırılması önemlidir. Bu sınıflandırmada petrografik analizlerin yapılması kömürün koklaşması, yanması ve içeriği gibi konularda bilgi vermektedir.

Yaptığı petrografik çalışmalarda başlıca kömür kalitesi, koklaşma özellikleri, bileşimi, kömür rankı, kömür masarellerini incelenmiştir (Taylor, Teichmüller et al. 1998).

Kömür petrografisinde maserallare ait özellikleri incelenir. Kömür mesaralleri yanmaya göre gösterdiği özellikler bakımından ikiye ayırmak mümkündür. Reaktif olan ve reaktif olmayan. Reaktif gruplar hızlı şekilde yanar oysa reaktif olmayan grup yavaş şekilde yanma eğilimdedir. (Hower, Maroto-Valer et al. 2000)

Gülen ve Toprak linyit kömürleri üzerinde yaptıkları çalışmada Petrografik analizlerine göre yansıma değerleri 0.341 - 0.517 arasında belirlemişlerdir. Masarel içerikleri ise toplam huminit, liptinit ve inertinit oranları % 65 - 83; % 3 - 4; % 2 - 4) arasında bulmuşlardır.(Gülen, Toprak et al. 2012)

MATERYAL VE METOD

Kömürün kurutulup öğütülmesiyle organic elemental bileşim kül, kalofirik değerleri belirlenmiştir. Örneklere ait tüm yoğunluk farksiyonlarında elementel karbon, elementel hidrojen ve sülfür analizleri yapılmıştır. Karbon, hidrojen, kükürt analizleri Eltra CHS 580 ve Eltra CS 2000 cihazlarıyla yapılmıştır. Sonrasında hazırlanan kömür örnekleri petrografik analizler için 1. Aşamada 1.30, 1.40, 1.50 g/cm3 yoğunlukta yüzen kömürlerin kendi aralarındaki yüzde oranına göre 50 g üzerinden numuneler hazırlanmıştır. Daha sonra bu numunelerin boyutları 1 mm altına indirilmiştir. 2. Aşamada hazırlanan kömür örnekleri özel olarak hazırlanmış bir kalıpta 30 mm çapta ve yaklaşık 20 mm yükseklikte peletler dökülmüştür. Peletlerin hazırlanma aşaması şu şekildedir: 3 g kömür ile 2 g reçinenin bir kapta çubuk yardımıyla homojen bir karışım elde edinceye kadar olarak karıştırılmıştır. Daha sonra katalizör (methlymethacrylate) eklenmiştir. Katalizör tüm yüzeylere temas edinceye kadar karıştırma işlemi devam edilmiş, karıştırma bittikten sonra bekletmeden numuneyi kalıp düzeneğine dökülerek preslenmiştir. Presleme işlemi bir ağırlık yardımı ile sıkıştırmaya dayanmaktadır. Daha sonra preslenen kalıp 70 derece de olan etüv de 15 dakika bekletilir, sonra etüvden çıkartılarak tekrar presleme işlemi yapılmış, daha sonra tekrar etüve bırakılmıştır. 2. Defa presleme yapılmasındaki amaç tanecikler arası boşlukları azaltmaktır. Bu kez kalıbın etüvde bekleme süresi yarım saattir. Süre dolunca kalıp etüvden çıkartılarak soğumaya bırakılmıştır. Soğuktan sonra kalıptan pelet çıkartılmıştır. Daha sonra kalıp bir sonraki işlem için yağlama ve temizleme işlemi yapılmıştır. Bu işlem her bir numune için tekrarlanır. Daha sonra parlatma işlemine geçilmiştir. Parlatma işlemlerinde numune yüzeyi, sürekli ıslatılan parlatma makinesinde sırası ile 200, 400, 600, 800, 1000, 1200 numaralı silisyum karbür ile düzeltilmiştir. Bu işlemlerden sonra 3, 1, 0.3, 0.05 μm boyutlu alüminyum oksit tozları ile parlatılmıştır. Peletlerin yüzeylerinde çizik olmaması istenir. Çünkü bu çizikler kömürleşme ölçümlerinde yanılmalara neden olmaktadır. Örnekler petrografik analiz ölçümleri alttan ve üstten aydınlatmalı ZeissAxioplan Mikroskop ve MPM İşletim Sistemli düzenek kullanılarak yapılmıştır. Ölçümlerde monokromatik ışık kaynağı ile 50x yağ imersiyon objektifi ve 10x oküler kullanılmıştır. Parlatılmış kömür peletleri üzerinden 100 tane sayım yapılarak petrografik bileşenler belirlenmiştir(ASTM 1980)

BULGULAR ve TARTIŞMA

Üzülmez kömür örneklerine ait kısa analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Kömür örneklerinde en yüksek kalorifik değeri 1.30 g/cm^3 yoğunluğu 6-10mm boyutunda gözlenmiştir. En düşük kül değeri ise 1.30 g/cm^3 yoğunluğu 10-18mm boyutunda gözlenmiştir En yüksek hidrojen değeri ise 1.40 g/cm^3 yoğunluğu 18-50mm boyutunda gözlenmiştir.En yüksek karbon değeri ise 1.30 g/cm^3 yoğunluğu 10-18mm boyutunda gözlenmiştir En yüksek kükürt değeri ise 1.40 g/cm^3 yoğunluğu 10-18mm boyutunda gözlenmiştir.

Tablo 1.Kömür örnekleri için kısa analiz sonuçları

Boyut	Yoğunluk	Karbon %	Hidrojen %	Kükürt %	Kül %	Kalorifik Değer
50-100	1,30	-	-	-	-	-
	1,40	76,29	4,57	1,17	12,86	7743
	1,50	73,52	4,43	0,93	18,59	6760
18--50	1,30	-	-	-	-	-
	1,40	75,43	4,96	0,98	13,87	7782
	1,50	77,45	4,49	0,99	11,10	7452
10--18	1,30	85,01	4,88	1,07	3,79	8221
	1,40	80,40	4,64	1,20	8,76	7796
	1,50	72,06	4,22	1,12	17,50	6858
6--10	1,30	84,42	4,92	0,93	3,80	8248
	1,40	81,82	4,68	0,90	8,31	7735
	1,50	69,97	4,17	0,89	19,16	6843
0--6	1,30	84,81	4,80	0,92	5,10	8162
	1,40	82,19	4,69	1,14	6,40	7805
	1,50	74,97	4,39	0,74	16,18	7117

Kömür örneklerinde en yüksek kalorifik değeri 1.30 g/cm^3 yoğunluğu 6-10mm boyutunda gözlenmiştir.En düşük kül değeri ise 1.30 g/cm^3 yoğunluğu 10-18mm boyutunda gözlenmiştir En yüksek hidrojen değeri ise 1.40 g/cm^3 yoğunluğu 18-50mm boyutunda gözlenmiştir.En yüksek karbon değeri ise 1.30 g/cm^3 yoğunluğu 10-18mm boyutunda gözlenmiştirEn yüksek kükürt değeri ise 1.40 g/cm^3 yoğunluğu 10-18mm boyutunda gözlenmiştir.

Yansıtma ölçümü; maksimum yansıtma ölçümleri telo-collinitler (vitrint A) üzerinde yapılmıştır. Vitrinit yansıtma değerleri gruplandırılarak yansıtma histogramları çıkarılmıştır. Yüzde yansıtma değerleri Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2. Petrografik yansıtma değerleri %

	Yansıtma Değerleri					
Örnek	0,90-0,95	0,95-1,00	1,00-1,05	1,05-1,10	1,10-1,15	1,15-1,20
Örnek-1	2,5	7,5	27,5	32,5	30,0	-

Zonguldak havzası kömürlerin petrografik bileşimleri açısından vitrinitçe zengin kömürler olarak bilinirler. Başlıca reaktif maseral grubu olarak vitrinitler organik birleşenlerin %60'ından daha fazlasını oluşturmaktadır. Bu miktarın içine liptinitler ve semi-inertinitler de katılınca toplam reaktif maseral oranı %80'lerin üzerine çıkmaktadır. Çizelge Tablo 3.'te örneklerin damar bazında petrografik bileşimleri verilmiştir.(Huai, Gaines et al. 1994)

Tablo 3.ÖrneklerinPetrografikGrupBileşimleri

Örnek	BoyutGrubu	PetrografikBileşim % Hacimce						
		Vitrinit	Psödovitrinit	Liptinit	İnertinit	Semi İnertinit	Mineral Madde	Pirit
Örnek-1	50-100 mm	68,40	1,60	2,40	12,40	15,20	0,00	0,00
	18-50 mm	67,20	1,20	3,20	13,60	14,80	0,00	0,00
	10-18 mm	68,40	2,40	5,20	5,60	15,60	2,80	0,00
	6-10 mm	72,00	1,20	4,40	6,40	12,00	4,00	0,00
	0-6 mm	74,40	1,20	1,20	6,00	11,60	5,60	0,00

SONUÇ

Bölgenin Petrografik analizleri yapılarak maseral grupların oranları belirlenmiştir. Zonguldak kömürleri reaktif maserallerce zengin olarak bilinmektedir. Reaktif maseraller olan vitrinit ve liptinit bileşenlerinin toplamı %65-%80 arasında değişmektedir. Bu değerlere semi-inertinitlerinde eklenmesiyle %70-%85 değerlerine çıkmaktadır. Kömürlerin kükürt içerikleri %0,9 civarında olup çoğunlukla piridik karakterlidir. Genel olarak bakıldığında kalorifik değerin yüksek, kül içeriğinin düşük olduğu gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

ASTM, D. (1980). 2795-69 Annual Book of ASTM Standards, Easton.

Gülen, J., et al. (2012). "Batı Türkiye kömürlerine ait bazı karakteristik özellikler." Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi **2**(1): 27-33.

Hower, J. C., et al. (2000). "Mercury capture by distinct fly ash carbon forms." Energy & Fuels **14**(1): 224-226.

Huai, H., et al. (1994). "Introduction to the petrology and infrared spectra of Shanxi coals, People's Republic of China." Fuel **73**(8): 1322-1330.

Özpeker, I. and O. Kural (1991). "Kömür oluşumu petrografisi ve sınıflandırılması." Kömür,(Editör: Orhan Kural), Sf **8**(9).

Taylor, G. H., et al. (1998). "Organic petrology."

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Kırsal yerleşim için yenilenebilir hibrit enerji üretim sisteminin analiz ve tasarımı

Elnur Adilov[1], Özlem ONAY[2*] (https://orcid.org/0000-0001-6230-933)

[1]Eskişehir Technical University, Graduate Education Institute, Eskişehir, Turkey.

[2] Eskişehir Technical University, Porsuk Vocational School, 26140 Eskisehir, TURKEY

*Sorumlu yazar e-mail:oonay@eskisehir.edu.tr

Özet

Bu çalışmada HOMER programı kullanılarak güneş ve rüzgâr enerjisinden farklı senaryolarla hibrit yenilenebilir enerji santral tasarımları gerçekleştirilerek ihtiyaca en uygun hibrit enerji santrali belirlenmiş ve uygulanması gerçekleştirilen sistemde güneş ve rüzgârdan üretilen enerjinin akülerde depolanarak gerektiği zaman kullanılabilirliği ortaya konmuştur. Akülerde enerjinin olmadığı ve rüzgâr türbiniyle PV panellerin enerji üretmediği zamanda yüklerde ihtiyaç olan enerji on-grid bağlantı ile şebekeden karşılanmaktadır. Aküler dolduktan sonra üretilen enerji direkt yüklere gönderilerek, enerji ihtiyacının sürekli karşılanması amaçlanmıştır.

Hibrit sistemde kullanılan PV panellerin ve rüzgâr türbinin çıkışı akülerle beraber şebeke gerilimi ve frekansını sağlayan hibrit çeviricilere bağlanmış ve çıkışından yükler beslenmiştir. Sistemi meydana getiren PV panellerinin ve rüzgâr türbininin ürettiği enerji, akım ve güç değerleri anlık, günlük, haftalık ve aylık olarak, akü grubunun da anlık olarak doluluk durumu ve şarj olma verileri alınarak hibrit sistemin verimleri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Hibrit Enerji, HOMER Programı, Güneş, Rüzgar

Analysis and design of renewable hybrid power generation system for rural settlement

Abstract

In this study, a hybrid energy system that generates electricity from the sun and wind has been designed and implemented. By using the HOMER program, different designs were realized in hybrid renewable energy power plants with different scenarios and the most suitable hybrid power plant was determined and the energy produced from the sun and wind in the system was stored in the batteries and its usability over time was ensured. When there is no energy in the batteries and the wind turbine and PV panels cannot produce energy, the energy needed in the loads is met from the grid with an on-grid connection. After the batteries are full, the energy produced is sent directly to the loads and it is aimed to meet the energy need continuously.

The output of the PV panels and wind turbine used in the hybrid system is connected to the hybrid converters that provide the mains voltage and frequency together with the batteries, and the loads are fed from the output. The efficiency of the hybrid system was investigated by taking the instantaneous, daily, weekly and monthly energy, current and power values produced by the PV panels forming the system and the wind turbine, as well as the occupancy and charge data of the battery group.

Keywords: Renewable Energy, Hybrid Energy, HOMER Program, Solar, Wind

GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler, sanayileşme ve yaşam standartlarının yükselmesiyle birlikte Dünya'daki siyasi sürecin şekillenmesinde ülkelerin enerji kaynakları, bu enerji kaynaklarının kullanım koşulları, verimleri, değerlendirme, denetleme ve geliştirebilme şekilleri de etkili olmaktadır. Ülkelerin enerji bağımsızlıklarında geleceğe yönelik oluşturulan üretim planlamalarında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılmasına yönelik çalışmalar her geçen gün hız kazanmaktadır (Akusta ve Cergibozan, 2020; Sadiqa ve ark., 2018; Kılıçkaplan ve ark., 2017; Hansen ve ark., 2019).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını, kesikli olmaları nedeniyle kısıtlanmaktadır. Örneğin, en yaygın kullanılabilecek yenilenebilir enerji kaynağı olarak güneş ve rüzgar, gün içerisinde ve yıl içerisinde çok değişkendir. Bu enerji kaynaklarının tek başına kullanılması ile oluşan sistemin güvenilirliği, düşük olmaktadır. Son yıllarda yapılan araştırmalar ile, birbirini tamamlayıcı özellik gösteren iki veya daha fazla yenilenebilir enerji kaynağı birlikte kullanılarak sistem güvenilirliğinin arttırılabileceği düşüncesine varılmıştır. Hibrit enerji üretim sistemi adı verilen bu tür sistemler, enerji kaynaklarının birlikte kullanımını sağlayarak hem verimi arttıran hem de kaynaklardan birinin olmaması veya azalması durumunda diğerlerinin devreye girerek enerji ihtiyacını karşılanmasını sağlayan sistemlerdir. Hibrit sistem bileşenleri iki veya daha fazla kaynağın bir araya getirilmesiyle oluşturulabilir. Örneğin güneş-rüzgâr-dizel, güneş-yakıt pili- rüzgâr, güneş-rüzgâr-hidrojen veya güneş-rüzgâr gibi enerji kaynaklarının bir araya getirildiği hibrit enerji sistemi uygulamaları mevcuttur. Bu uygulamalarda sistemlerin kontrolü ve veriminin artırılması en çok islenen konular arasındadır. Bu amaçla sistem kurulumundan önce sistemlerle ilgili tasarım, modelleme, analiz ve optimizasyon çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmalar sonucunda kurulacak sistemin risk ve maliyet analizleri yapılmaktadır. Yenilenebilir hibrit enerji sisteminin önemi dikkate alınarak birçok araştırmacı bu konu ile ilgili çalışma yapmıştır (Engin, 2010; Güven ve Mete, 2021; Khan ve Iqbal 2005; Özcan 2009; Telli, 2010). Literatür incelendiğinde HOMER Pro programı kullanılarak enerji sistemi modellemesi gerçekleştirilen birçok çalışmanın yer aldığı görülmektedir.

HOMER, Birleşik Devletler Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (U.S. National Renewable Energy Laboratory) tarafından geliştirilmiş ve hibrit sistemler için kullanılan önemli bir bilgisayar programıdır. HOMER, elektrik yüklerini besleyen, rüzgar türbinlerinin, fotovoltaik modüllerin, küçük güçlü hidroelektrik veya biyokütle santrallerinin, pistonlu motor jeneratörlerin, yakıt hücrelerinin, bataryaların, mikro türbinlerin ve hidrojen tankının herhangi bir kombinasyonunu barındıran ve şebeke bağlantılı (on-grid) veya şebeke bağlantısız (off-grid) mikro enerji sistemlerini modelleyebilmektedir.
HOMER Micropower Optimization Model, ABD Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL) tarafından küçük ölçekli elektrik sistemlerinin tasarımına yardımcı olmak ve güç elde edilen teknolojilerinin çok çeşitli uygulamalarda kıyaslanmasını kolaylaştırmak için geliştirilen bir yazılımdır. HOMER, bir güç sisteminin fiziki gidişatını ve sistemin kullanım ömrü süresince kurulum ve işletme maliyeti olan yaşam döngüsü maliyetini modellemektedir. HOMER, modelleyicinin teknik ve ekonomik değerlerine göre çeşitli tasarım seçeneğini kıyaslamasına imkan verir. Bunun dışında, belirsizlik veya girdilerdeki değişikliklerin etkilerini anlamada ve ölçmede yardımcı olur (Lambert ve ark., 2002).

Yapılan bu çalışmada amaç, düşük maliyetli, çevreci yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak, kesintisiz enerji ile sistemin güvenilirliğini arttırmak ve yenilenebilir enerjili hibrit enerji santralleri ile elektrik üretiminde mevsime göre oluşan dalgalanmaların azaltılması veya tamamen önlenmesi için yapılması gerekenleri inceleyerek ihtiyaca en uygun hibrit enerji santralini belirlemektir. Bu çalışmanın sonuçlarının enerji sektöründe kullanılabileceği düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOD

HOMER, Birleşik Devletler Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (U.S. National Renewable Energy Laboratory) tarafından geliştirilmiş ve hibrit sistemler için kullanılan önemli bir bilgisayar programıdır. HOMER, elektrik yüklerini besleyen, rüzgar türbinlerinin, fotovoltaik modüllerin, küçük güçlü hidroelektrik veya biyokütle santrallerinin, pistonlu motor jeneratörlerin, yakıt hücrelerinin, bataryaların, mikro türbinlerin ve hidrojen tankının herhangi bir kombinasyonunu barındıran ve şebeke bağlantılı (on-grid) veya şebeke bağlantısız (off-grid) mikro enerji sistemlerini modelleyebilmektedir.

HOMER Micropower Optimization Model, ABD Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL) tarafından küçük ölçekli elektrik sistemlerinin tasarımına yardımcı olmak ve güç elde edilen teknolojilerinin çok çeşitli uygulamalarda kıyaslanmasını kolaylaştırmak için geliştirilen bir yazılımdır. HOMER, bir güç sisteminin fiziki gidişatını ve sistemin kullanım ömrü süresince kurulum ve işletme maliyeti olan yaşam döngüsü maliyetini modellemektedir. HOMER, modelleyicinin teknik ve ekonomik değerlerine göre çeşitli tasarım seçeneğini kıyaslamasına olanak sağlar. Bunun dışında, belirsizlik veya girdilerdeki değişikliklerin etkilerini anlamada ve ölçmede yardımcı olur (Lambert ve ark., 2002).

HOMER simülasyon, optimizasyon ve hassas analiz olmak üzere üç ana görevi gerçekleştirmektedir. Birinci adım olan simülasyon yönteminde, program belirli bir güç elde etmek için oluşturulan sistemin performansını yılın her bir saati için modeller ve oluşturulan sistemin teknik açıdan çalışıp çalışmayacağı belirlenerek sistem ömür maliyeti hesaplanır. HOMER optimizasyon basamağında ise teknik kriterler ışığında en düşük maliyeti sağlayacak tasarımı tespit etmek üzere farklı birçok sistem düzenlemesinin simülasyonunu yapılmaktadır. Hassas analiz basamağında da farklı giriş datalarındaki değişiklik yada belirsizliklerin etkisini ortaya çıkarmak için HOMER, kullanıcı tarafından girildiği kabul edilen veriler sonucunda çoklu optimizasyon işlemini gerçekleştirmektedir. Kullanıcıya, sistemi oluşturan bileşenlerin düzenini, miktarını ve büyüklüğü konusunda değişiklik yapabilme imkanı sağlar ve optimizasyon safhası bu değişken bileşenlerin en uygun değerlerini tespit etmektedir. Hassas analizde ise uygula alanındaki rüzgâr hızı, zamanla değişen yakıt fiyatı gibi kullanıcı tarafından değerinin belirlenmesi mümkün olmayan veya kullanıcının müdahale edemeyeceği değişkenlerin etkileri belirlenmeye çalışılmaktadır.

Bu çalışmada, çeşitli kombinasyonlarla yenilenebilir enerjili hibrit enerji santralleri, HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewables) programı ile modellenerek, optimizasyon, simülasyon ve hassaslık analizi başta olmak üzere birçok yönden farklı analizler gerçekleştirilmiştir.

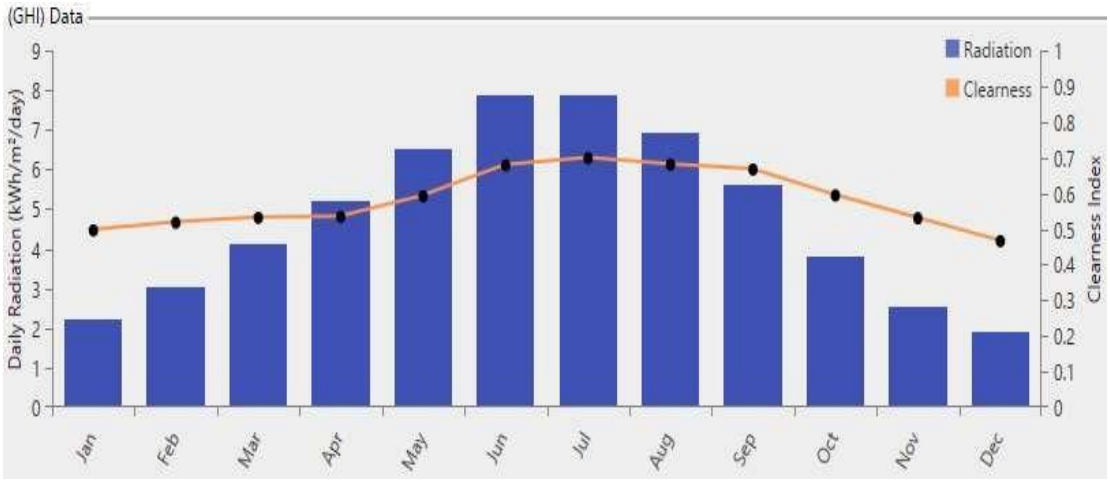
BULGULAR

Güneş+Rüzgâr Hibrit Enerji Sisteminin Analizi

HOMER programında bulunan NASA yüzey meteorolojisi ve güneş enerjisi veri tabanı özelliği, (kWh/m ^{2}) birimi ile ölçülen ortalama güneş ışınım değerlerini ve her ay için netlik endeksi değerlerini elde etme avantajını sunmaktadır. Netlik endeksi atmosferin netliğini ifade etmekte olup sadece 0 ile 1 arasında bir değere sahip olmaktadır. Atmosfer katmanlarından Dünya' ya geçtikten sonra Dünya'nın yüzeyine gelen güneş ışınımının miktarı netlik endeksini oluşturmaktadır. Tablo 1, bir yıl boyunca her ay için netlik indeksinin değerlerini ve günlük radyasyonun ortalamasını göstermektedir. Ortalama günlük radyasyon değeri 1.88 ve 7.88 (kWh/m 2 /gün) arasında değişmektedir. Yıllık ortalama radyasyon değeri ise 4.79 (kWh/m^2/gün) olarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Aylık netlik endeksi ve günlük radyasyon ortalaması değerleri

Aylar	Netlik Endeksi	Günlük Radrasyon(kWh/m^2/day)
Ocak	0.495	2.210
Şubat	0.517	3.020
Mart	0.531	4.130
Nisan	0.533	5.180
Mayıs	0.591	6.530
Haziran	0.678	7.850
Temmuz	0.698	7.880
Ağustos	0.679	6.920
Eylül	0.666	5.610
Ekim	0.593	3.800
Kasım	0.529	2.520
Aralık	0.465	1.880



Şekil 1. Aylık ortalama güneş ışınımı verisi ve yıllık ortalama açıklık indeksi (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2021a).

Tablo 1'den bir yıldaki netlik endeksinin ortalamasını bulmak mümkün olmaktadır. Aylık netlik endeks değerlerinin toplamı bulunup 12 ay olan ay sayısına bölündüğünde netlik endeksinin ortalama değeri 0.581 olarak hesaplanmaktadır. Şekil .1'de ise sol eksen tarafındaki her ay için (kWh/m2 /gün) cinsinden ortalama güneş ışınımı ve sağ eksen tarafında yıllık ortalama netlik endeksi gösterilmektedir.

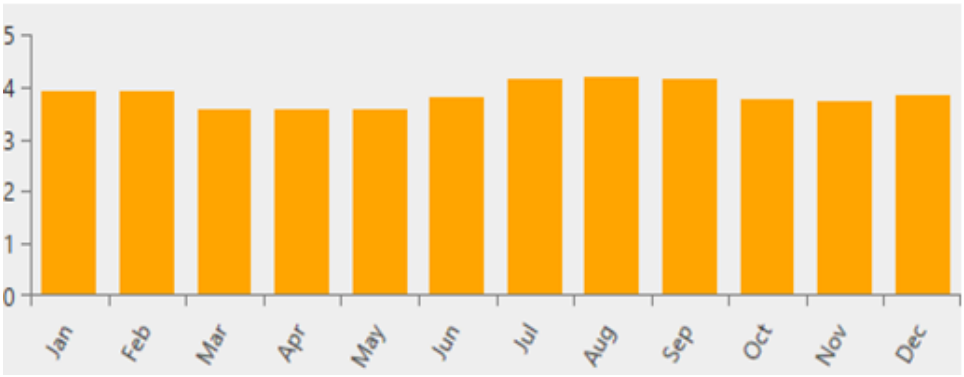
HOMER programı, rüzgar hızı verileri için, NASA yüzey meteorolojisine ve güneş enerjisi veri tabanına bağlı olarak her ay için ortalama rüzgar hızı verilerini sunmaktadır.

Tablo 2, her ay için yerden 50 m yükseklikteki rüzgar hızı ortalama değerlerini, göstermektedir. Seçilen yer için rüzgar hızı değerleri 3.90 m/s ile 4.20 m/s arasında değişmektedir.

Tablo 2. Aylık Ortalama Rüzgar Hızı Değerleri

Aylar	Aylık ortalaması (m/s)
Ocak	3.900
Şubat	3920
Mart	3580
Nisan	3550
Mayıs	3560
Haziran	3790
Temmuz	4130
Ağustos	4200
Eylül	4140
Ekim	3750
Kasım	3710
Aralık	3820

Tablo 2'den rüzgar hızının yıllık ortalaması, 3.84 m/s olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. Aylık Ortalama Rüzgar Hızı Verileri (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2021b)

Seçilmiş olan bölgenin yüksekliğe göre rüzgar hızı durumu Şekil 2'te gösterilmiştir. Yükseklik arttıkça rüzgar hızının sürekli arttığı görülmektedir.

SONUÇ

Çalışmada Türkiye'deki Eskişehir ilinde bulunan ve günlük ortalama 1000 kWh elektrik tüketimine sahip olan bir kırsal yerleşim talebini karşılamak için hibrit enerji üretim sisteminin analizi ve tasarımı yapılmıştır. Tasarımın ardından FV panellerdeki kullanıma bağlı verim kaybı, her yıl gerçekleşmesi muhtemel talep artışı ve elektrik kesintileri gibi zorluklar karşısında sistemin nasıl cevap vereceği incelenmiştir. NBM ve enerji maliyeti açısından değerlendirildiğinde optimum sistem 3500 kW güce sahip güneş paneli, 2400 kW güce sahip dizel jeneratör, 55 kWh kapasiteye sahip batarya ve 2885 kW güce sahip konvertörden oluşmaktadır. Bu sistemin NBM değeri 7.81 M$ olup yatırım maliyeti 1.94 M$'dır. Sistemin ömrü süresince gerçekleşen değişiklikler NBM ve enerji maliyetlerini etkilemektedir.

Bu çalışmada, Eskişehir İli merkezinde olan yerleşim alanın enerji ihtiyacını karşılayabilecek, PV panelleri ve rüzgâr türbininden oluşan hibrit sistem kurulumu gerçekleştirilmiştir. Tasarımı ve uygulaması gerçekleştirilerek test ve ölçümleri yapılan "Kırsal Yerleşim İçin Hibrit (Rüzgâr + Güneş) Sistem" aşağıdaki özelliklere sahiptir:

- 10 adet 200Wp gücünde PV panel, 1 adet 3200W gücünde rüzgâr türbini ile jel akü grubundan oluşan hibrit sistem kurulumu gerçekleştirilmiştir. Kullanılan inverter; 500 VDC maksimum giriş voltajı, 20 A maksimum giriş akımı, 48 VDC batarya şarj gerilimi, 25 A batarya şarj akımı değerlerine sahiptir. 48 V (4 adet 12 V) ve 200 Ah akü gurubu inverter üzerinden sürekli şarj edilmektedir.
- Hibrit sistemi oluşturan birimlerin HOMER programında tasarımı yapılarak farklı senaryolarla analizi gerçekleştirilmiştir. Yerleşim alanının bulunduğu yere yakın ve rüzgârın engellenmeyeceği konuma rüzgâr türbini yer tespiti gerçekleştirilmiştir. Yer tespitinden sonra firmadan alınan veriler doğrultusunda 2m x 2m x 2m boyutlarında çukur açılarak demir bağlantıları yapılıp, direk flanşı yerleştirilmiş ve betonlama işlemleri tamamlanmıştır. Beton zeminin tamamlanmasının ardından 12 m yüksekliğindeki direğe rüzgâr türbinin montajı tamamlanıp flanş yardımıyla yere sabitlemesi yapılmıştır.
- Kurulan hibrit sistem, hem şebeke bağlantılı (ongrid) hem de şebeke bağlantısız (offgrid) çalışabilmektedir.
- Güneş ve rüzgâr mevcut olduğunda, rüzgâr türbini aracılıyla yük doğrudan beslenmekte, PV panelleri aracılıyla hem yük beslenmekte hem de aküler şarj etmektedir.
- Rüzgâr ile güneş mevcut değilse ve akülerde enerji yoksa gerekli enerji şebekeden alınarak hem yüklerin enerjisi sağlanmakta hem de aküler şarj edilmektedir. Sistemde bulunan aküler, enerji devamlılığını sağlamak için kullanılmıştır.

- Bu hibrit sistemi benzerlerinden ayıran en önemli özelliği; 2 adet inverter kullanılarak DA/AA dönüşümü gerçekleştirilmektedir. Rüzgâr türbininin çıkışında kullanılan inverterin çıkışındaki enerji doğrudan evin enerji hattına bağlanmıştır. Şebeke enerjisinin kesilmesiyle beraber rüzgâr türbini enerji üretimini durdurmaktadır.

- PV panellerin ve akü grubunun çıkışlarına DA/AA inverter bağlanarak evin enerji hattına bağlantısı sağlanmıştır. Ayrı ek bir hat çekilerek şebekenin enerji kesilmesi ve panellerin enerji üretmemesi durumunda, akülerin sağlayacağı enerji ile evde bulunan acil öncelikli cihazların çalıştırılması sağlanmaktadır.

- Sistemde kullanılan inverterler üzerindeki panellerden, anlık, günlük, aylık ve yıllık üretilen gerilim, akülerin gerilimi ve şebeke enerjisi kayıt edilmektedir. Ayrıca akülerin elle devreye alma ve devreden çıkarma işlemleri yapılabilmektedir. Bunların yanı sıra eklenecek modüllerle üretilen enerji değerlerinin uzaktan takibine imkân vermektedir. Akü grubu şarj edildikten sonra enerji, şebekeye verilmektedir. Böylece, tasarlanan sistem kesintisiz güç kaynağı görevini de üstlenmektedir. Önemli bir diğer faydası ise; üretilen enerji aküleri şarj edip evin ihtiyacını da karşıladıktan sonra fazla olması halinde kullanılacak çift yönlü sayaç ile kullanıcının belirli bir dönem satıcı konumunda olabilmesi ve ödenecek fatura bedelini azaltarak ekonomik katkı sağlanabilmesidir.

KAYNAKLAR

Akusta E, Cergibozan R 2020. Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin çevre üzerinde etkisi: Türkiye örneği. Öneri Dergisi, 15(54): 429-461.

Engin M 2010. Bornova İçin Güneş - Rüzgâr Hibrid Enerji Üretim Sistemi Tasarımı, Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 2(13): 11-20.

Güven AF, Mete M 2021. Balıkesir ili Erdek ilçesi için bağımsız hibrit enerji sisteminin fizibilite çalışması ve ekonomik analizi. Konya Mühendislik Bilimleri Dergisi, 9(4), 1063-1076.

Hansen K, Mathiesen B V, Skov IR 2019. Full energy system transition towards 100% renewable energy in Germany in 2050. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 102:1-13.

Khan MJ, Iqbal MT 2005. Pre-feasibility study of stand-alone hybrid energy systems for applications in Newfoundland, Renewable Energy, 835-854.

Kılıçkaplan A, Bogdanov D, Peker O, Caldera U, Aghahosseini A, Breyer C 2017. An energy transition pathway for Turkey to achieve 100% renewable energy powered electricity, desalination and non-energetic industrial gas demand sectors by 2050. Solar Energy, 158:218-235.

Lambert T, Gilman , Lilienthal P 2002. Micropower System Modelling With HOMER, Scıence B.V. ISBN: 0-444-50810-4, Elsevier.

Özcan H 2009. Bir Hibrit Enerji Sisteminin Modellenmesi Ve Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Sadiqa A, Gulagi A, Breyer C 2018. Energy transition roadmap towards 100% renewable energy and role of storage technologies for Pakistan by 2050. Energy, 147: 518-533.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2021a). Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası. Erişim Adresi: https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/ Erişim Tarihi: 30. 06.2022

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2021b). Rüzgar. Erişim Adresi: https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar Erişim Tarihi: 30. 06.2022

Telli AY 2010. Şebeke Bağlantılı Ve Şebekeden Bağımsız Hibrit Güç Sistemleriyle Enerji Üretiminin Ekonomik Analizi.Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, İstanbul

➢ *ORAL PRESENTATION*

Gluteraldehit ile yüzey işlemi görmüş ofis kağıtlarının niteliklerinin değerlendirilmesi

Merve ENGİN [1*] (0000-0003-2298-4031), Bekir Bora KESER[1]

[*1]İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği, İzmir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:merve.engin.demirok@ikc.edu.tr

Özet

Bu çalışmanın temel amacı yüksek düzey dezenfektan olarak bilinen bir beş karbonlu dialdehit olan Gluteraldehit kimyasalının kağıt kuşe boyası olarak kullanımının ve etkilerinin araştırılmasıdır. Farklı konsantrasyonlara (%0, 1, 5, 10, 20) sahip Gluteraldehit kimyasalı içeren çözeltilerle ile yüzey işlemi görmüş ofis kağıtları incelenmiştir. Bilindiği gibi kağıt malzeme selüloz , hemiselüloz ve lignin bileşenlerini içerir ve bu sebeple hidrofilik yapıya sahip lignoselülozik bir materyaldir. Kağıtlara uygulanan Gluteraldehit çözeltisinin konsantrasyonu arttıkça aynı zamanda kağıtların hidrofilik özelliklerinin daha da arttığı görülmüştür. Çekme testi sonuçları incelendiğinde kağıtların yüzey işlemi gördükten sonra çekme direnci, indeks ve elastikiyet değerlerinde azalma görülmüş özellikle Gluteraldehit konsantrasyonu %1-5 arasında olan çözeltilerle yüzey işlemi gören kağıtların minimum çekme değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Çıkan sonuçlar su iticilik ve mekanik direnç değerleri açısından negatif gibi görülse de, % 1-5 konsantrasyona sahip çözelti ile işlem gören kağıt örneklerinin mantar ve bakteri gelişimine karşı daha dirençli olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ışığında, antibakteriyel özellik kazandırılmış kağıtlarda Gluteraldehit kimyasalının yüzey işlem maddesi olarak kullanılabilir olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Gluteraldehit, antiseptik kağıt, kağıt yüzey işlemi, yapısal ve mekanik karakterizasyon

Evaluation of the properties of office paper surfaces treated with glutaraldehyde

Abstract

The primary goal of this research is to look into the use and consequences of Glutaraldehyde chemical, a five-carbon dialdehyde used as a high-level disinfection, as a paper coating paint. The surface of office papers was evaluated after being treated with solutions containing Glutaraldehyde chemical at various concentrations (0, 1, 5, 10, 20 %). Paper, as is well known, has cellulose, hemicellulose, and lignin components, making it a lignocellulosic substance with a hydrophilic structure. The hydrophilic characteristics of the papers increased as the concentration of Glutaraldehyde solution applied to them increased. When the tensile test results are examined, it is clear that the tensile strength, index, and elasticity values of the papers decreased after surface treatment, with the papers that were surface treated with solutions containing 1-5% Glutaraldehyde having the lowest shrinkage values. Although the results appear to be negative in terms of water repellency and mechanical resistance, it was discovered that paper samples treated with a 1-5% solution were more resistant to fungal and bacterial growth. According to the findings, the Glutaraldehyde chemical can be used as a surface treatment agent in antibacterial papers.

Keywords: Glutaraldehyde; antiseptic paper; paper surface treatment; structural and mechanical characterization.

GİRİŞ

Kağıt, malzeme esasen van der Waals kuvvetleri ve hidrojen bağları ile birbirine bağlanmış bireysel selüloz liflerinden oluşur. Lifler, dolgu, bağlayıcılar ve diğer bileşenlerden oluşan kağıt yapısal olarak katmanlı bir malzemedir. (Hubbe 2006). Kağıt malzeme çok farklı amaçlarla geçmişten günümüze kullanılan ve teknolojinin gelişimi ile farklılaştırılarak yeniden geliştirilen, iyileştirilebilen, dönüştürülen bir malzeme olmuştur. Kağıt esaslı ürünler, iletişim, eğitim alanlarında, paketleme ve ambalaj endüstrisinde (Li ve Xiao 2013), 3D baskı işlemlerinde (Tao vd. 2021), sağlık alanı ve temizlik alanlarında da yaygın olarak kullanılan çok yönlü olarak kullanılan malzemelerdir (Wiesemann ve Adam 2011; Hait ve Powers 2019). Kağıt malzeme kullanım alanlarına ve taşıması gerektiği özelliklere göre farklı üretim koşullarında ve farklı içeriğe sahip bileşenlerden oluşacak şekilde üretilebilir.

Günümüzde COVID-19 pandemisinin etkisiyle, hijyenik olarak kabul edilen ürünlere olan talep giderek artmış ve yeni antimikrobiyal materyallerin, özellikle ambalajların kullanımı önem kazanmaktadır. Kağıt malzeme gerek ürünleri taşıma, gerekse koruma ve reklam amaçlı olarak ambalaj üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle yiyecekleri antimikrobiyal esaslı malzeme ile ambalajlama, gıdalardaki belirli bakterilerin çoğalmasının önlenebileceği öngörülmüştür, ancak hala ticari uygulamalarının önündeki engeller devam etmektedir (Tripathi ve diğerleri, 2009). Kağıt malzemeye arız olan mantarların sporlarından oluşan tozun varlığı kağıdın biyolojik olarak bozulmasına neden olur. Özellikle uygun sıcaklık ve nem koşullarında mantarlar kağıt yüzeylerinde çoğalarak kağıdın bozunmasına neden olabilmektedir (Okpalanozie vd. 2018). Küresel olarak, ambalajda gıda güvenliğini ve raf ömrünü artıran antimikrobiyal özelliklere sahip filmler oluşturmak üzere yenilenebilir polimerlerden biyoplastikler geliştirilmeye çalışılmıştır (Priya vd. 2014). Antimikrobiyal özellik taşıyan filmler oluşturulurken Gluteraldehit kimyasalının çapraz bağlayıcı olarak kullanılmış olduğu bazı çalışmalar vardır (Park vd, 2005; Yoon ve diğerleri, 2006). Glutaraldehit bileşiği 5 karbonlu dialdehittir, Bakterilere, mantarlara, belirli parazitlere ve hatta bazı virüslere karşı biyosidal aktivitesi ile bilinir ve hastanelerdeki ekipmanların sterilize edilmesi ve dezenfekte edilmesi için yaygın olarak kullanılır. Antimikrobiyal aktivite, esas olarak mikroorganizmaların dış zarı üzerinde glutaraldehit adsorpsiyonundan kaynaklanmaktadır (Gorman vd. 1980; McGucken ve Woodside, 1973; Sehmi vd. 2016).

Bu çalışmanın amacı farklı konsantrasyonlara sahip Gluteraldehit kimyasalı içeren çözeltilerle ile yüzey işlemi görmüş standart ofis kağıtlarının yapısal ve mekanik niteliklerinin genel olarak değerlendirmesi olmuştur. Gluteraldehit kimyasalının kağıt yüzeyine kuşe boyası gibi uygulanabilirliğini incelemek ve fikir edinmek adına bir ön çalışma olmuştur.

MATERYAL VE METOD

Çözelti hazırlanması

Çözelti konsantrasyona göre belirlenen miktarda damıtılmış su, Gluteraldehit kimyasalı ve bağlayıcı olarak kullanılan karboksimetil selüloz (CMC %2) içeren karışım, homojen bir çözelti hazırlanmak üzere ve 50 °C'ye ulaşana kadar sürekli karıştırıldı. Ayrı ayrı hazırlanan 1,2,3,4 ve 5 nolu çözeltiler, oda sıcaklığında soğutulmuş, sıcaklıkları 23°C'ye ulaşınca kağıt yüzeyine uygulandı. Çözelti içeriklerine göre çözelti numaraları Tablo 1'de detaylı olarak verilmiştir. Hazırlanan çözeltilerin 23°C deki viskozite değerleri ve pH ölçümleri Brookfield tipi viskozimetre ve pH ölçüm kiti ile belirlendi.

Tablo 1: Çözelti çeşitleri ve içerikleri

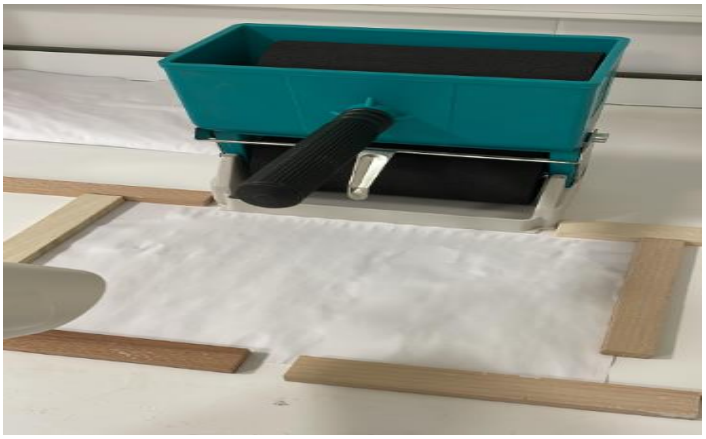
Çözelti no	Gluteraldehit (%)	Bağlayıcı madde (CMC) (%)
1	0	2
2	1	2
3	5	2
4	10	2
5	20	2

Not: Tabloda belirtilen çözelti miktarları hepsinde eşit 100ml olacak şekilde ve bağlayıcı madde oranı % 2 CMC olacak şekilde hesaplanarak hazırlanmıştır.

Kağıtların Çözelti ile Kaplanması

Hazırlanan bu çözeltiler, silindirik bir cam çubuk yardımıyla kağıt yüzeylerine uygulanmıştır. Uygulama yapılırken cam çubuk ile her örneğin iki yüzeyine de aynı miktarda çözeltinin dağılımı sağlandı. Ayrıca çözeltinin

yüzeyde homojen dağılımı için çubuğun sabit hız ve basınç uygulanarak çekilmesine özen gösterilmiştir. Yüzey kaplama işleminden sonra işlem gören kağıt numuneleri normal oda koşullarında 24 saat süreyle doğal kurutulmaya bırakılmıştır. Bir yüzü kuruyan kağıt örneğinin diğer yüzü de kaplanarak her iki yüzenin de Gluteraldehit ile yüzey işlemi görmesi sağlanmıştır. Kurutma sırasında oluşabilecek kıvrılmaları önleyebilmek için Şekil 1 de gösterildiği gibi örneklerin kenar kısımlarına ahşap ağırlıklar kullanılmıştır.



Şekil 1: Yüzey işlemi görmüş kağıtların kurutulması

Kaplanmış kağıtlar çözelti numaralarına ve içeriklerine göre yüzey işlemi görüp sınıflandırılıp Tablo 2 de örnek kodları ile gruplandırılmıştır.

Tablo 2: Kaplanan çözelti çeşitlerine göre kağıt grupları

Numune kodu	Kaplandığı çözelti no
C	0
C*	1
G1*	2
G5*	3
G10*	4
G20*	5

Kaplanan Kağıtların Testler için Hazırlanması

Testten önce, her bir numune %50 ±2 bağıl nem ve 23 ±1 °C de 24 saat süreyle ISO 187:1990 standardına göre şartlandırılıp fiziksel ve mekanik testler için hazırlandı. Her örnek grubu için beş kağıt örneği üst üste konulup ve rastgele seçilen farklı noktalardan kağıtların kalınlığı ISO 534:2011 Standardına göre bir elektronik mikrometre kullanılarak ölçüldü. Sonuçlar µm biriminde tanımlandı. Her bir kağıt örneğinin alanı 100 cm^2 olarak tanımlandı. Bu örneklerin kütleleri, ilgili standart ISO 536:2012'ye göre 0,001 g'a duyarlı bir terazi ile belirlendi ve gramajı g m^{-2} birimleriyle hesaplandı. Kağıtların yoğunluk değerleri ise ISO 534:2011 Standardına uygun olarak hesaplandı. Bu değerler g cm^{-3} birimleri olarak belirtildi.

COBB testi

Kâğıtların Gluteraldehit ile yüzey işlemi öncesi ve sonrası su tutma kabiliyetindeki değişiklikleri belirleyebilmek için TAPPI T441 standart yöntemi uygulandı. Bu amaçla standartta belirlenen boyutlarda dairesel numuneler kesildi ve hassas terazi ile tartıldı. Kağıtların her iki yüzeyi de kaplanmış olduğundan yüzey alanı fark etmeksizin tek taraflı suyla temas edeceği yüzey rastgele seçilerek Cobb düzeneğine yerleştirip, sıkıca kenetlendi. Deney için belirlenen süre başlatılırken eş zamanlı olarak 100 ml saf su Cobb silindiri içerisine aktarıldı. Kağıt malzemenin yaklaşık 1 dakika su ile temas etmesine izin verildikten sonra Cobb silindiri düzeneği ters çevrildi. Daha sonra, kaplanmış kağıtta tutulan fazla su nazikçe üzerinde gezdirilen döküm silindir ile özel bir kurutma kağıdına çıkarıldı. Kağıt örnekleri nemli haldeyken tekrar tartıldı. Numunelerin testten önceki (m_1) ve sonraki (m_2) ağırlık farkları, Cobb'un değerinin hesaplamasında kullanıldı.

$$\mathrm{COBB} = 100 * (\mathrm{m2} - \mathrm{m1})$$

Çekme Testi

Çekme testleri, standart çekme testlerinin yapıldığı Evrensel Test Makinesine alternatif olarak kullanılabilen Hybrid Rheometer Discovery HR-2 Makinesinde gerçekleştirildi (Engin, 2022). Test numuneleri 5x50mm boyutlarında hazırlandı. Çekme çeneleri arasındaki mesafe 40 mm olarak belirlendi ve numuneler 0,6 mm/dk hızla çekildi. Her numunenin ayrı ayrı stres-gerinim eğrisi kaydedildi. Elastisite modülü değerleri, numunelerin her bir stres-gerinim eğrisinin en dik kısımlarının eğiminden hesaplandı. Numunelerin mekanik özelliklerini temsil etmek için çekme mukavemeti, gerilme indeksi ve elastikiyet modülü değerleri ISO 19242:2018 standart yöntemi dikkate alınarak hesaplandı.

Bakteri ve Mantar testleri

Hytech Slide® hijyen test kiti kullanarak kağıt yüzeylerinde bakteri ve mantar gelişimi izlendi. C, G1*, G5*, G10*, G20* kodlu örneklerin 5-6 saniye süreyle test kitlerindeki besi yeriyle teması sağlandı, sonrasında ise numuneler bakteriler için etüvde 37°C de 48 saat süreyle bekletildi, küf ve mantarlar için ise 25°C de 120 saat süreyle bekletildi.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çözelti Özellikleri

Farklı konsantrasyonlarda gluteraldehit içeren çözeltilerin pH ve viskozite değerleri Tablo 3 de özetlenmiştir. Çözeltilerdeki Gluteraldehit konsantrasyonu arttıkça pH değerlerinde azalma görülürken, viskozite değerlerinde ise artış gözlenmiştir.

Tablo 3:Çözelti içeriklerine bağlı olarak pH ve viskozite değerleri

Çözelti no	Gluteraldehit (%)	pH	Viskozite (cp)
1	0	8	3,5
2	1	8	3,8
3	5	7	4,2
4	10	6	4,7
5	20	5	6,3

Kağıtların Yapısal Özellikleri

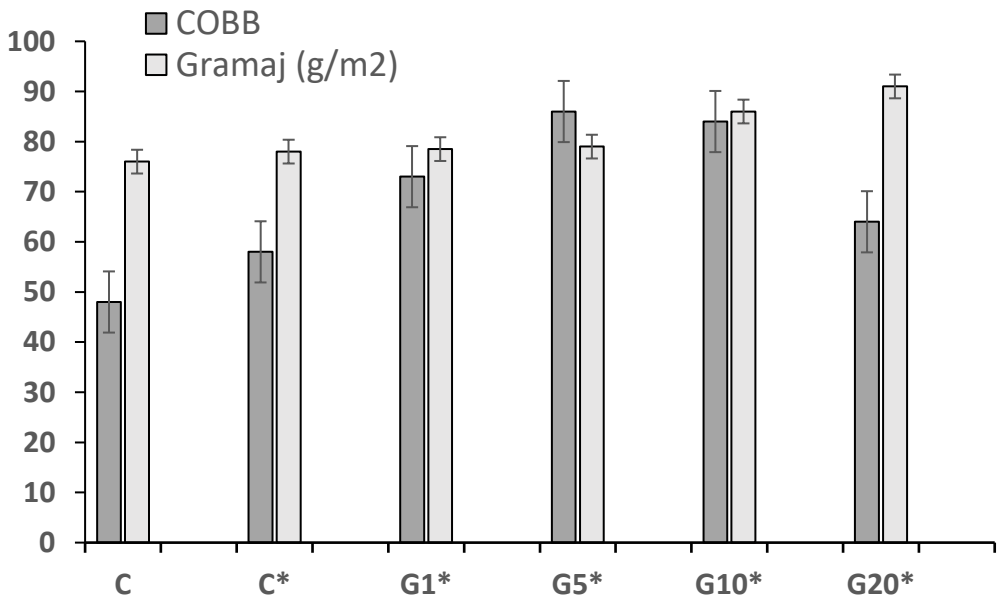
Örneklere Gluteraldehit içerikli farklı konsantrasyonlarda kaplamanın uygulanmasıyla kağıt gramaj değerlerinde belirgin artış görülürken, kalınlık değerlerinde ciddi bir artış görülmemiştir çünkü kuşe boyasının bir kısmı kağıt yüzeyindeki boşlukları dolduracak şekilde dağıtılmıştır. Bu nedenle kağıt örneklerinin yoğunluk değerlerinde de artış gözlenmiştir. Bu değişim kağıtların yapısal ve mekanik niteliklerini de etkilemiştir. Tablo 4'te kağıtların fiziksel ve yapısal karakteristik özellikleri verilmiştir.

Tablo 4: Kağıt gruplarına göre fiziksel ve yapısal karakteristik özellikler

Numune kodu	Kaplandığı çözelti no	Gramaj (g/m²)	Yoğunluk (g/cm³)	Kalınlık (µm)
C	0	76	0,74	102
C*	1	78	0,74	105
G1*	2	78,5	0,74	105
G5*	3	79	0,75	105
G10*	4	86	0,78	110
G20*	5	91	0,79	115

COBB Testi Sonuçları

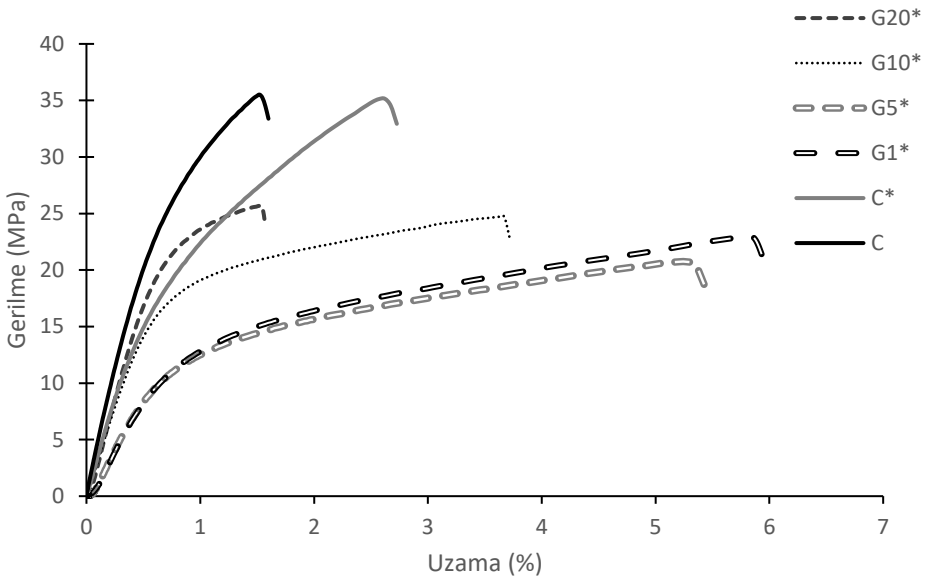
Örneklerin absorpsiyon özelliklerini değerlendirmek için COBB testi kullanıldı. Glutaraldehit içeriğinin ofis kağıtlarının su emme özelliklerini nasıl etkilediği araştırıldı. Standarda göre belirlenen düzenekte ve sürede test uygulandı ve ofis kağıtları tarafından emilen su miktarı ölçüldü, sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir.



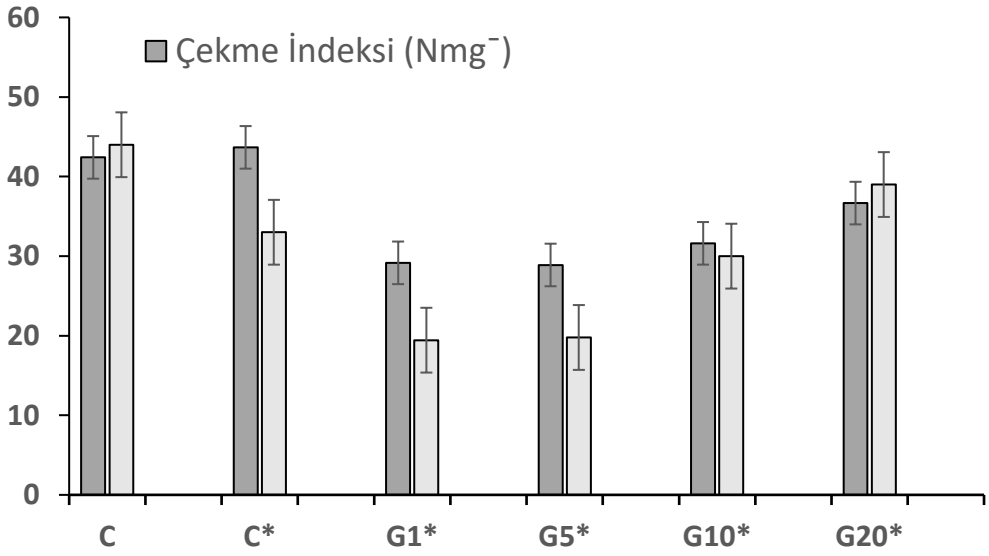
Şekil 2: Kağıt gruplarına göre gramaj ve Cobb değerlerindeki değişim

Çekme Testi Sonuçları

Ofis kağıtlarının gerilme özellikleri üzerindeki glutaraldehit içeriğinin etkisi, gluteraldehit çözeltileri ile kaplanmış kağıtlar kullanılarak incelenmiştir. Bu bağlayıcı kimyasalın etkisini belirlemek için, kontrol numunesinin tek başına CMC kaplı numune ile karşılaştırılması düşünülmüştür. Şekil 3, her numunenin yük ve uzama eğrilerini gösterir. Örnek gruplara göre Şekil 4'teki veriler çekme indeksi ve elastik modülün nasıl değiştiğini göstermektedir. Bu sayılar sırasıyla Nmg^{-1} ve MPa birimlerinde verilmiştir.



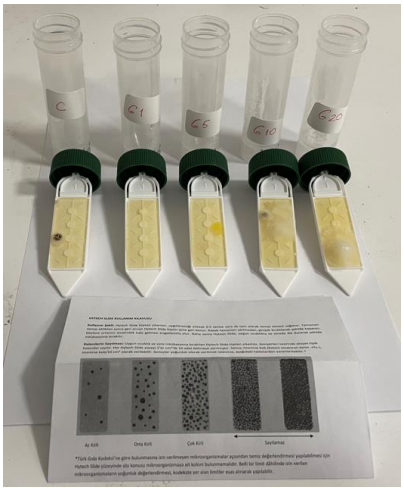
Şekil 3: Kağıt gruplarına göre gerilme ve uzama eğrileri



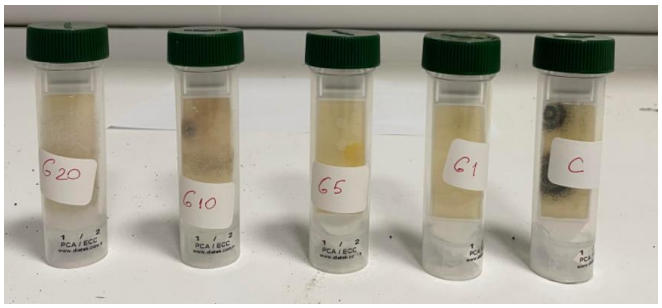
Şekil 4: Kağıt gruplarına göre çekme indeksi ve elastikiyet modülü değerleri

Bakteri ve Mantar Testleri Sonuçları

Hytech Slide® hijyen test kitleri, bakteri ve mantar testlerinin uygulanmasından sonraki ikinci ve beşinci günlerde incelendi. Yalnızca glutaraldehitin bakteri ve mantar gelişimi üzerindeki etkisi incelendiği için test kiti incelemesinden yalnızca C* numuneleri çıkarılmıştır. Yüzey işlemi gören ve görmeyen ofis kağıtlarında gözlemlenen mikroorganizma gelişimleri besi yeri kitleri ile birlikte inceleme gününe göre Şekil 5 ve 6'da verilmiştir.



Şekil 5: 2. Günün sonunda kağıt gruplarına göre besi yerleri ve mikroorganizma gelişimleri



Şekil 6: 5. Günün sonunda kağıt gruplarına göre besi yerleri ve mikroorganizma gelişimleri

SONUÇ

Kağıtların farklı konsantrasyonlara sahip Gluteraldehit çözeltisiyle işlem görmesine bağlı olarak gramaj ve yoğunluk değerlerinde farklılıklar görülmüştür. Cobb değerlerinde de farklılıklar görülmüştür (Şekil 2). Kağıtlar yüzey işlemi gördükten sonra su emme kabiliyetlerinde artışlar görülmüştür. En yüksek Cobb değeri ise 86 ile G5* örneklerinde ölçüldü. Yüzey işlemi görmüş kağıtlar kendi aralarında karşılaştırıldığında Gluteraldehit konsantrasyonu %1-5 arasında olan çözeltilerle yüzey işlemi gören kağıtların Cobb değerlerinde artış eğilimi görülürken, %10-20 Gluteraldehit konsantrasyonu sahip çözeltilerle yüzey işlemi gören kağıtların ise Cobb değerlerinde azalma eğilimi görülmektedir. Ancak kontrol, C, örneğine kıyasla yüzey işlemi görmüş tüm kağıtlar daha yüksek Cobb değerine sahiptir. Bu da yüzey işlemi sonrası kağıtların daha hidrofilik yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Çekme testi sonuçları incelendiğinde kağıtların yüzey işlemi gördükten sonra çekme direnci, indeks ve elastikiyet değerlerinde azalma görülmüş özellikle Gluteraldehit konsantrasyonu %1-5 arasında olan çözeltilerle yüzey işlemi gören kağıtların (Şekil 3 ve 4) minimum çekme değerlerine sahip olduğu görülmektedir. G1* ve G5* numune koduna sahip kağıtların diğer kağıt gruplarına göre daha az çekme dayanımı gösterdiği ve örnek deforme olana kadar fark edilir şekilde fazla (yaklaşık %6 civarında) uzamaya maruz kaldığı Şekil 3'ten anlaşılmaktadır.

Viskozitesi 1–6 cp değer aralığına sahip çözeltiler ile kaplama işleminin yapılması literatürde de daha kabul görmüştür (Sakka vd, 1984; Lee vd. 2014). Kaplama çözeltisinin viskozitesi kağıt yüzeyine aktarılan kaplama boyasının kalınlığını etkilemektedir. Tablo 2 ve Tablo 3 de verilen sonuçlardan da anlaşılacağı gibi viskozitesi daha yüksek değere sahip, yüksek gluteraldehit içeriğine sahip çözeltiler (4 ve 5 nolu çözeltiler) kağıt malzeme yüzeyine daha fazla yapıştığından G10* ve G20* numune koduna sahip kağıtların kalınlık ve gramaj değerlerini arttırmıştır.

Tablo 2'de görüldüğü üzere hazırlanan çözeltilerin pH değerleri 5-8 arasında değişim göstermektedir. Gluteraldehit derişimlerindeki artışla birlikte pH değerlerinde de düşüş gözlenerek çözeltilerin nötral karakterden asidik karaktere doğru değiştiği anlaşılmaktadır.

Hytech Slide® hijyen test kitlerinin kullanım talimatına göre belirlenen sıcaklıklarda ve 2 ve 5 günlük periyodlarla uygulanmak suretiyle bakteri ve mantar testleri gerçekleştirilmiştir. Test Besi yerleri ve mikroorganizma gelişimleri göstermiştir ki kaplama yapılmayan ofis kağıtları (C) bakteri, küf ve mantarların gelişip çoğalması için uygun bir ortam oluştururken. Gluteraldehit ile işlem gören özellikle de G1* ve G5* numune koduna sahip kağıtların yüzeyinde bakteri, küf ve mantarların gelişimi önemli ölçüde önlenmiştir. C(kontrol) ile G10* G20* numunelerinin yüzeyleri karşılaştırıldığında, yüksek konsantrasyon içerikli gluteraldehit ile kaplanmış kağıtların, C numunesinden daha yoğun olarak mantar kolonilerine sahip olduğu gözlenmiştir. Sonuç olarak optimum konsantrasyonda Gluteraldehit uygulandığında (G1* ve G5*) numunelere kaplanan çözeltinin aktif dezenfektan özelliği taşıdığı ve numunelerin de antiseptik özellik göstermekte olduğu anlaşılmıştır.

TEŞEKKÜR

Hytech Slide® hijyen test kitlerini tedarik eden DiaTek Diagnostik Ürünler ve Teknik Danışmanlık firmasına ve numune testlerinde imkanlarından yararlandığımız İzmir Katip Çelebi Üniversitesşi Merkezi Araştırma Laboratuvarı (MERLAB) ve çalışan ilgili personele teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

Engin, M. (2022). An Alternative Way of Measuring Tensile Characteristics of Handsheets . Bartın Orman Fakültesi Dergisi , 24 (1) , 111-120 . DOI: 10.24011/barofd.1051051

Gorman, S. P., Scott, E. M., & Russele, A. D. (1980). Antimicrobial activity, uses and mechanisms of action of glutaraldehyde. Journal of Applied Bacteriology, 48(2), 161-190.

Hait, A., & Powers, S. E. (2019). The value of reusable feminine hygiene products evaluated by comparative environmental life cycle assessment. Resources, Conservation and Recycling, 150, 104422.

Hubbe, M. A. (2006). Bonding between cellulosic fibers in the absence and presence of dry-strength agents–A review. BioResources, 1(2), 281-318.

Lee, P. J., Ho, C. C., Hwang, C. S., & Ding, S. J. (2014). Improved physicochemical properties and biocompatibility of stainless steel implants by PVA/ZrO2-based composite coatings. Surface and Coatings Technology, 258, 374-380.

Li, T., & Xiao, C. (2013). Green packaging material: the application study and market prospect of molded pulp technology. In International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation (IEMI2012) Proceedings (pp. 345-351). Springer, Berlin, Heidelberg.

McGucken, P. V., & Woodside, W. (1973). Studies on the mode of action of glutaraldehyde on Escherichia coli. Journal of Applied Bacteriology, 36(3), 419-426.

Okpalanozie, O. E., Adebusoye, S. A., Troiano, F., Cattò, C., Ilori, M. O., & Cappitelli, F. (2018). Assessment of indoor air environment of a Nigerian museum library and its biodeteriorated books using culture-dependent and–independent techniques. International biodeterioration & biodegradation, 132, 139-149.

Park, H. R., Chough, S. H., Yun, Y. H., & Yoon, S. D. (2005). Properties of starch/PVA blend films containing citric acid as additive. Journal of Polymers and the Environment, 13(4), 375-382.

Priya, B., Gupta, V. K., Pathania, D., & Singha, A. S. (2014). Synthesis, characterization and antibacterial activity of biodegradable starch/PVA composite films reinforced with cellulosic fibre. Carbohydrate polymers, 109, 171-179.

Sakka, S., Kamiya, K., Makita, K., & Yamamoto, Y. (1984). Formation of sheets and coating films from alkoxide solutions. Journal of Non-Crystalline Solids, 63(1-2), 223-235.ag

Sehmi, S. K., Allan, E., MacRobert, A. J., & Parkin, I. (2016). The bactericidal activity of glutaraldehyde-impregnated polyurethane. Microbiologyopen, 5(5), 891-897.

Tao, Y., Liu, M., Han, W., & Li, P. (2021). Waste office paper filled polylactic acid composite filaments for 3D printing. Composites Part B: Engineering, 221, 108998.

Tripathi, S., Mehrotra, G. K., & Dutta, P. K. (2009). Physicochemical and bioactivity of cross-linked chitosan–PVA film for food packaging applications. International journal of biological macromolecules, 45(4), 372-376.

Wiesemann, F., & Adam, R. (2011). Absorbent products for personal health care and hygiene. In Handbook of medical textiles (pp. 316-335). Woodhead Publishing.

Yoon, S. D., Chough, S. H., & Park, H. R. (2006). Properties of starch-based blend films using citric acid as additive. II. Journal of Applied Polymer Science, 100(3), 2554-2560.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Synthesis and characterization of some novel potential biologically active 1-(2,6-dimethylmorpholine-4-yl-methyl)-3-alkyl(aryl)-4-(3,4-dimethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones

Gül Özdemir* (*ORCID: 0000-0001-7823-0920*), Haydar Yüksek (*ORCID: 0000-0003-1289-1800*)

Kafkas University, Department of Chemistry, Kars, Türkiye.

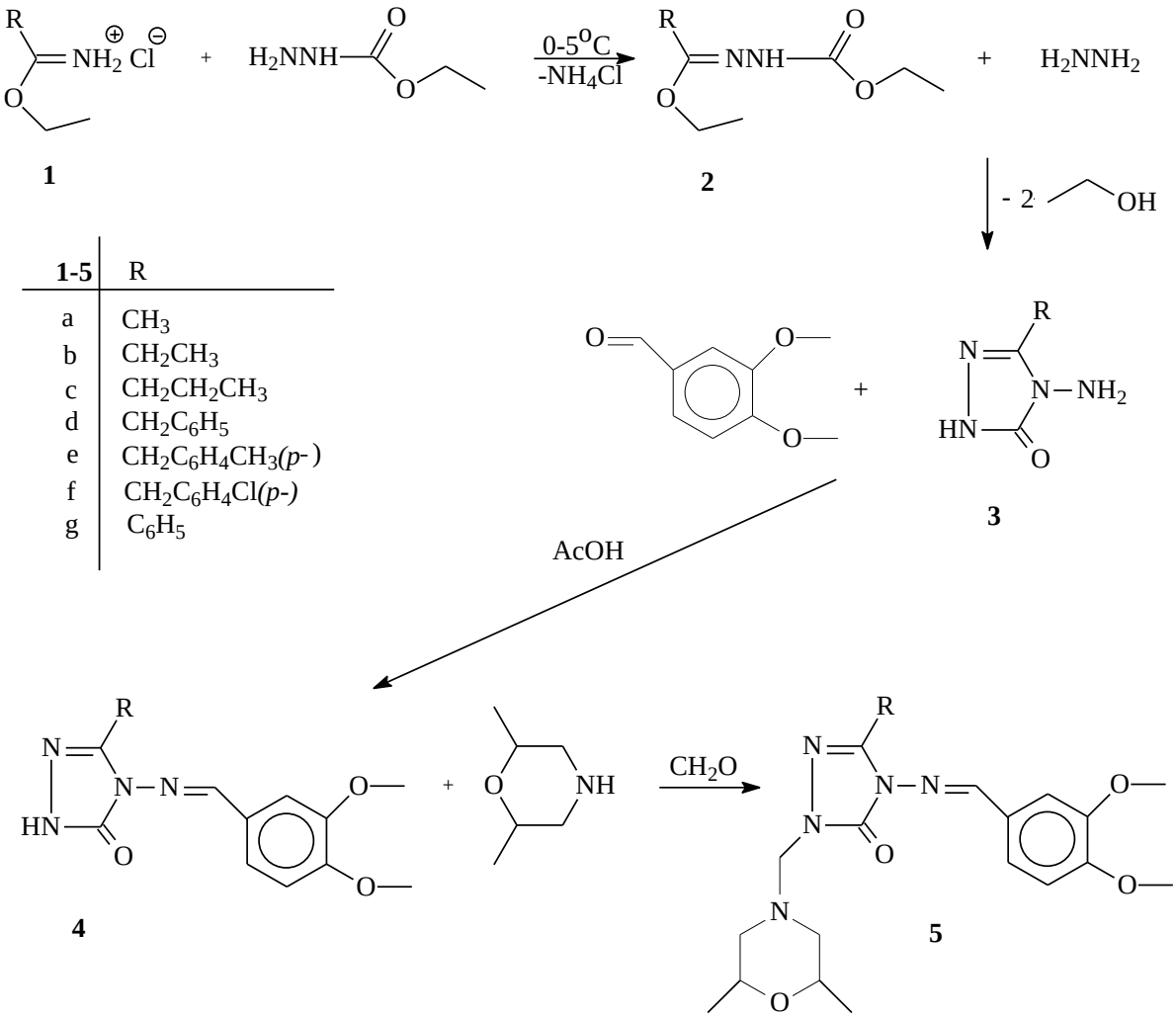
*Corresponding author e-mail: gulozd91@gmail.com

Abstract
In this study, 3-alkyl(aryl)-4-(3,4-dimethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones (**4**) reacted with formaldehyde and 2,6-dimethylmorpholine to obtain seven novel potential biologically active 1-(2,6-dimethylmorpholine-4-yl-methyl)-3-alkyl(aryl)-4-(3,4-dimethoxy-benzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones (**5**). The structures of newly synthesized compounds were established from FTIR, ^{1}H-NMR, and ^{13}C-NMR spectral data.
Keywords: 4,5-Dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one, Synthesis, Schiff base, Mannich base.

INTRODUCTION

1,2,4-Triazole and 4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one derivatives are reported to possess a broad spectrum of biological activities such as antifungal, antimicrobial, hypoglycemic, antihypertensive, analgesic, antiviral, antiinflammatory, antitumor, antioxidant and anti-HIV properties (Yüksek et al., 1997; Demirbaş end Uğurluoğlu, 2004; Ali et al., 2011; Yüksek et al., 2013; Cao et al., 2013). In addition, several articles reporting the synthesis of some N-arylidenamino-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one derivatives have been published (Yüksek et al., 2013, Aktaş-Yokuş et al., 2017; Yüksek et al., 2020; Boy et al., 2021). On the other hand, a lot of literatures have shown that Mannich bases posses potent biological activities (Karthikeyan et al., 2006; Yüksek et al., 2020; Gürsoy-Kol et al., 2020; Gürbüz et al., 2020; Boy et al., 2021).

In the present paper, seven 1-(2,6-dimethylmorpholine-4-yl-methyl)-3-alkyl(aryl)-4-(3,4-dimethoxy-benzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones (**5a-g**) were synthesized by the reactions of 3-alkyl(aryl)-4-(3,4-dimethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones (**4a-g**) with formaldehyde and 2,6-dimethylmorpholine (Scheme 1). The starting compounds **4a-g** were prepared according to the literature (İkizler and Ün, 1979; İkizler and Yüksek, 1993; Bahçeci et al., 1998; Özdemir and Yüksek, 2021).



Scheme 1. Synthetic route of compounds **2-5**

MATERIALS AND METHODS

Chemical reagents and all solvents used in this study were purchased from Merck AG, Aldrich and Fluka. Melting points which were uncorrect were determined in open glass capillaries using an Electrothermal 9100 digital melting point apparatus. The IR spectra were obtained on a Perkin-Elmer Instruments Spectrum One FT-IR spectrometer. ^{1}H-and ^{13}C-NMR spectra were recorded in deuterated dimethyl sulfoxide with TMS as internal standard using a Bruker Ultrashield spectrometer at 400 MHz and 100 MHz, respectively.

General procedure for the synthesis of 1-(2,6-dimethylmorpholine-4-yl-methyl)-3-alkyl(aryl)-4-(3,4-dimethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-ones (5a-g)

3-Alkyl(Aryl)-4-(3,4-dimethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (**4**) (5 mmol) dissolved in ethanol was treated with formaldehyde (10 mmol) and 2,6-dimethylmorpholine (6 mmol). The reaction mixture was refluxed for 3 h. Then the reaction mixture were cooled and filtrated. Several recrystallizations of the residue from an appropriate solvent gave pure compounds **4a-g** as colourless crystals.

1-(2,6-Dimethylmorpholine-4-yl-methyl)-3-methyl-4-(3,4-dimethoxybenzylideneamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (5a): Yield (88.6%); m.p. 197°C; IR (ATR, cm^{-1}): 1705 (C=O), 1600, 1576 (C=N). ^{1}H-NMR (DMSO-d_6): δ 0.96-1.13 (m, 6H, $2CH_3$), [2.01 (t; *J* = 10,80 Hz), 2.28-2.29 (m), 2.51 (m), 2.76 (d; *J* = 10,80 Hz), 3.51-3.55 (m), 3.89 (m)] (morpholine H), 2.31 (s, 3H, CH_3), 3.83 (s, 3H, OCH_3), 3.84 (s, 3H, OCH_3), 4.55 (s, 2H, NCH_2N), 7.08 (d, 1H, ArH; *J* = 8,00 Hz), 7.38 (d, 1H, ArH; *J* = 8,40 Hz), 7.44 (s, 1H, ArH), 9.57 (s, 1H, N=CH). ^{13}C-NMR (DMSO-d_6): δ 10.99 (CH_3), (17.88, 18.92) ($2CH_3$), [(55.02, 55.53) ($2CH_2$), 71.03 (2CH)] (morpholine C), 55.61 (OCH_3), 55.66 (OCH_3), (65.40, 65.57, 66.19) (NCH_2N), [110.93 (CH), 112.31 (CH), 122.71 (CH), 125.92 (C), 149.11 (C), 150.34 (C)] (ArC), 142.99 (Triazole C_3), 151.91 (Triazole C_5), 154.81 (N=CH).

1-(2,6-Dimethylmorpholine-4-yl-ethyl)-3-methyl-4-(3,4-dimethoxybenzylidene-amino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (5b): Yield (76.4%); m.p. 183°C; IR (ATR, cm^{-1}): 1691 (C=O), 1593 (C=N). ^{1}H-NMR (DMSO-d_6): δ 1.03-1.13 (m, 6H, $2CH_3$), [2.01 (t; *J* = 10,80 Hz), 2.30-2.32 (m), 2.51 (m), 2.76 (d; *J* = 10,80 Hz), 3.51-3.55 (m), 3.87 (m)] (morpholine H), 1.23 (t, 3H, CH_2CH_3, *J* = 7,20 Hz), 2.71 (q, 2H, CH_2CH_3, *J* = 7,20 Hz), 3.83 (s, 3H, OCH_3), 3.84 (s, 3H, OCH_3), 4.57 (s, 2H, NCH_2N), 7.06 (d, 1H, ArH; *J* = 8,40 Hz), 7.38 (dd, 1H, ArH; *J* = 8,40, 1,20 Hz), 7.43 (d, 1H, ArH; *J* = 1,60 Hz), 9.56 (s, 1H, N=CH). ^{13}C-NMR (DMSO-d_6): δ 9.99 ($CH_2\underline{C}H_3$), 17.88, 18.92 ($2CH_3$), 18.42 ($\underline{C}H_2CH_3$), [(55.02, 55.51) ($2CH_2$), 71.03 (2CH)] (morpholine C), 55.64 (OCH_3), 55.67 (OCH_3), (65.41, 65.63, 66.23) (NCH_2N), [110.29 (CH), 111.64 (CH), 122.59 (CH), 125.96 (C), 149.11 (C), 150.48 (C)] (ArC), 146.75 (Triazole C_3), 151.91 (Triazole C_5), 154.76 (N=CH).

1-(2,6-Dimethylmorpholine-4-yl-methyl)-3-(*n*-propyl)-4-(3,4-dimethoxybenzylideneamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (5c): Yield (70.1%); m.p. 132°C; IR (ATR, cm^{-1}): 1697 (C=O), 1581 (C=N). ^{1}H-NMR (DMSO-d_6): δ 0.96-1.12 (m, 9H, $CH_2CH_2\underline{CH}_3$ + $2CH_3$), 1.71 (sext, 2H, $CH_2\underline{CH}_2CH_3$, *J* = 7,20 Hz), [2.00 (t; *J* = 10,80 Hz), 2.30 (m), 2.51 (m), 2.76 (d; *J* = 10,40 Hz), 3.50-3.54 (m), 3.86 (m)] (morpholine H), 2.68 (t, 2H, $\underline{CH}_2CH_2CH_3$, *J* = 7,20 Hz), 3.82 (s, 3H, OCH_3), 3.83 (s, 3H, OCH_3), 4.57 (s, 2H, NCH_2N), 7.09 (d, 1H, ArH; *J* = 8,40 Hz), 7.39 (dd, 1H, ArH; *J* = 8,40, 1,60 Hz), 7.43 (d, 1H, ArH; *J* = 1,60 Hz), 9.56 (s, 1H, N=CH). ^{13}C-NMR (DMSO-d_6): δ 13.36 ($CH_2CH_2\underline{C}H_3$), 17.88, 18.92 ($2CH_3$), 18.94 ($CH_2\underline{C}H_2CH_3$), [(55.05, 55.50) ($2CH_2$), 71.02 (2CH)] (morpholine C), 26.56 ($\underline{C}H_2CH_2CH_3$), 55.65 (OCH_3), 55.66 (OCH_3), (65.41, 65.57, 66.16) (NCH_2N), [109.38 (CH), 111.70 (CH), 122.53 (CH), 125.96 (C), 149.10 (C), 150.42 (C)] (ArC), 145.56 (Triazole C_3), 151.91 (Triazole C_5), 154.82 (N=CH).

1-(2,6-Dimethylmorpholine-4-yl-methyl)-3-benzyl-4-(3,4-dimethoxybenzylideneamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (5d): Yield (85.0%); m.p. 176°C; IR (ATR, cm^{-1}): 1699 (C=O), 1578 (C=N), 767 and 704 (monosubstituted benzenoid ring). ^{1}H-NMR (DMSO-d_6): δ 1.03-1.13 (m, 6H, $2CH_3$), [2.02 (t; *J* = 10,80 Hz), 2.28-2.32 (m), 2.51-2.52 (m), 2.77 (d; *J* = 10,40 Hz), 3.53-3.54 (m), 3.86-3.88 (m)] (morpholine H), 3.82 (s, 6H, $2OCH_3$), 4.09 (s, 2H, CH_2Ph), 4.60 (s, 2H, NCH_2N), 7.05 (d, 1H, ArH; *J* = 8,40 Hz), 7.23-7.25 (m, 1H, ArH), 7.30-7.36 (m, 6H, ArH), 9.53 (s, 1H, N=CH). ^{13}C-NMR (DMSO-d_6): δ 17.88, 18.92 ($2CH_3$), 31.09 (CH_2Ph), [(55.08, 55.47) ($2CH_2$), 71.01 (2CH)] (morpholine C), 55.64 (OCH_3), 55.68 (OCH_3), (65.41, 65.71, 66.29) (NCH_2N), [108.64 (CH), 111.53 (CH), 123.02 (CH), 125.93 (C), 149.10 (C), 150.36 (C)] (ArC), [126.75 (CH), 128.45 (2CH), 128.66 (2CH), 135.81 (C)] (C3-linked ArC), 144.84 (Triazole C_3), 151.89 (Triazole C_5), 154.03 (N=CH).

1-(2,6-Dimethylmorpholine-4-yl-methyl)-3-(*p*-methylbenzyl)-4-(3,4-dimethoxybenzylideneamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (5e): Yield (84.8%); m.p. 178°C; IR (ATR, cm^{-1}): 1696 (C=O), 1587 (C=N), 808 (1,4-disubstituted benzenoid ring). ^{1}H-NMR (DMSO-d_6): δ 1.03-1.13 (m, 6H, $2CH_3$), [2.01 (t; *J* = 10,80 Hz), 2.29 (m), 2.52 (m), 2.76 (d; *J* = 10,80 Hz), 3.51-3.55 (m), 3.86 (m)] (morpholine H), 2.24 (s, 3H, $PhCH_3$), 3.83 (s, 3H, OCH_3), 3.84 (s, 3H, OCH_3), 4.03 (s, 2H, CH_2Ph), 4.58 (s, 2H, NCH_2N), 7.05 (d, 1H, ArH; *J* = 8,00 Hz), 7.11 (d, 2H, ArH; *J* = 7,60 Hz), 7.23 (d, 2H, ArH; *J* = 7,60 Hz), 7.32 (dd, 1H, ArH; *J* = 8,40, 1,60 Hz), 7.37 (d, 1H, ArH; *J* = 1,60 Hz), 9.52 (s, 1H, N=CH). ^{13}C-NMR (DMSO-d_6): δ 17.88, 18.92 ($2CH_3$), 20.55 ($PhCH_3$), 30.69 (CH_2Ph), [(55.09, 55.44) ($2CH_2$), 71.01 (2CH)] (morpholine C), 55.64 (OCH_3), 55.69 (OCH_3), (65.41, 65.68, 66.26) (NCH_2N), [108.63 (CH), 111.52 (CH), 123.02 (CH), 125.95 (C), 149.10 (C), 150.39 (C)] (ArC), [128.60 (2CH), 128.97 (2CH), 132.74 (C), 135.72 (C)] (C3-linked ArC), 144.98 (Triazole C_3), 151.88 (Triazole C_5), 153.95 (N=CH).

1-(2,6-Dimethylmorpholine-4-yl-methyl)-3-(*p*-chlorobenzyl)-4-(3,4-dimethoxybenzylideneamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (5f): Yield (84.5%); m.p. 198°C; IR (ATR, cm^{-1}): 1705 (C=O), 1577 (C=N), 801 (1,4-disubstituted benzenoid ring). ^{1}H-NMR (DMSO-d_6): δ 1.05-1.12 (m, 6H, $2CH_3$), [2.01 (t; *J* = 10,80 Hz), 2.29 (m), 2.52 (m), 2.76 (d; *J* = 10,40 Hz), 3.51-3.56 (m), 3.84-3.86 (m)] (morpholine H), 3.82 (s, 3H, OCH_3), 3.83 (s, 3H, OCH_3), 4.11 (s, 2H, CH_2Ph), 4.56 (s, 2H, NCH_2N), 7.06 (d, 1H, ArH; *J* = 8,00 Hz), 7.31-7.40 (m, 6H, ArH), 9.53 (s, 1H, N=CH). ^{13}C-NMR (DMSO-d_6): δ 17.88, 18.92 ($2CH_3$), 30.42 (CH_2Ph), [(55.05, 55.49) ($2CH_2$), 71.02 (2CH)] (morpholine C), 55.67 ($2OCH_3$), (65.41, 65.74, 66.33) (NCH_2N), [108.67 (CH), 111.55 (CH), 123.06 (CH), 125.86 (C), 149.11 (C), 150.35 (C)] (ArC), [128.40 (2CH), 130.57 (2CH), 131.38 (C), 134.82 (C)] (C3-linked ArC), 144.52 (Triazole C_3), 151.93 (Triazole C_5), 154.21 (N=CH).

1-(2,6-Dimethylmorpholine-4-yl-methyl)-3-phenyl-4-(3,4-dimethoxybenzylideneamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one (5g): Yield (83.5%); m.p. 181°C; IR (ATR, cm^{-1}): 1693 (C=O), 1601, 1576 (C=N), 770 and 692 (monosubstituted benzenoid ring). ^{1}H-NMR (DMSO-d_6): δ 1.04-1.14 (m, 6H, $2CH_3$), [2.09 (t; *J* = 10,80 Hz), 2.28-2.32 (m), 2.54 (m), 2.77 (d; *J* = 10,40 Hz), 3.54-3.57 (m), 3.86-3.88 (m)] (morpholine H), 3.79 (s, 3H, OCH_3), 3.84 (s, 3H, OCH_3), 4.68 (s, 2H, NCH_2N), 7.10 (d, 1H, ArH; *J* = 8,00 Hz), 7.39-7.41 (m, 2H, ArH), 7.54-7.56 (m, 3H, ArH), 7.92-7.94 (m, 2H,ArH), 9.51 (s, 1H, N=CH). ^{13}C-NMR (DMSO-d_6): δ 17.89, 18.93 ($2CH_3$), [(55.00, 55.42) ($2CH_2$), 71.08 (2CH)] (morpholine C), 55.58 (OCH_3), 55.71 (OCH_3), (65.43, 66.12, 66.72) (NCH_2N), [109.36 (CH), 111.73 (CH), 122.91 (CH), 125.79 (C), 149.12 (C), 150.54 (C)] (ArC), [126.27 (C), 128.10 (2CH), 128.52 (2CH), 130.29 (C)] (C3-linked ArC), 143.12 (Triazole C_3), 152.10 (Triazole C_5), 157.28 (N=CH).

RESULTS and DISCUSSION

In this study, the structures of seven new 1-(2,6-dimethylmorpholine-4-yl-methyl)-3-alkyl(aryl)-4-(3,4-dimethoxy-benzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones (**5a-g**), which were synthesized by the reactions of 3-alkyl(aryl)-4-(3,4-dimethoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones (**4a-g**) with formaldehyde and 2,6-dimethylmorpholine, were identified using IR, ^{1}H-NMR, ^{13}C-NMR spectral data, and the observed spectral values were seen to be compatible with literature values (Yüksek et al., 2020; Gürsoy-Kol et al., 2020; Boy et al., 2021).

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Kafkas University (Project Number: 2019-FM-26).

REFERENCES

Aktas-Yokus O, Yuksek H, Gursoy-Kol O, Alpay-Karaoglu S 2015. Synthesis and biological evaluation of new 1,2,4-triazole derivatives with their potentiometric titrations. Medicinal Chemistry Research, 24: 2813–2824.

Aktaş-Yokuş O, Yüksek H, Manap S, Aytemiz F, Alkan M, Beytur M, Gürsoy-Kol O 2017. In-vitro biological activity of some new 1,2,4-triazole derivatives with their potentiometric titrations. Bulgarian Chem. Commun., 49: 98-106.

Ali KA, Ragab EA, Farghaly TA, Abdalla MM 2011. Synthesis of new functionalized 3-substituted [1,2,4]triazolo [4,3-a]pyrimidine derivatives: potential antihypertensive agents. Acta Poloniae Pharmaceutica, 68: 237–247.

Bahçeci Ş, Yüksek H, Özmen H 1998.Bazı 3-alkil(aril)-4-(3,4-dimetoksibenzilidenamino)-4,5-dihidro-1H-1,2,4-triazol-5-on bileşiklerinin sentezi. Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fak. Dergisi, Fen Bilim. Ser. (Kimya), 3:, 104-107.

Boy S, Türkan F, Beytu, M, Aras A, Akyıldırım O, Sedef Karaman H, Yüksek H 2021. Synthesis, design, and assessment of novel morpholine-derived Mannich bases as multifunctional agents for the potential enzyme inhibitory properties including docking study. Bioorg. Chem., 107: 104524.

Demirbas N, Ugurluoglu R 2004. Synthesis and antitumor activities of some new 4-(1-naphthylidenamino)- and 4-(1-naphthylmethylamino)-1,2,4-triazol-5-one derivatives. Turkish Journal of Chemistry, 28: 679–690.

Gürbüz A, Alkan M, Manap S, Ozdemir G, Yüksek H, Gürsoy-Kol Ö 2020. Investigation of antioxidant of novel 4-[2-(2-thienyl-carbonyloxy)-3-methoxybenzylideneamino]-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one derivatives. International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences. 10: 1-8.

Gürsoy-Kol Ö, Manap S, Ozdemir G, Beytur M, Agdaş E, Azap F, Yuca S, Alkan M, Yüksek H 2020. Synthesis, antioxidant and antimicrobial activities of novel 4-(2-cinnamoyloxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one derivatives. Heterocyclic letters, 10: 575-587.

İkizler A, Ün R 1979. Reactions of ester ethoxycarbonylhydrazones with some amine type compounds. Chim. Acta Turc., 7: 269–290.

İkizler A, Yüksek H 1993. Acetylation of 4-amino-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones. Org. Prep. Proced. Int., 25: 99–105.

Karthikeyan MS, Prasad DJ, Poojary B, Bhat KS, Holla BS, Kumari NS 2006) Synthesis and biological activity of Schiff and Mannich bases bearing 2,4-dichloro-5-fluorophenyl moiety. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, *14*(22), 7482-7489.

Li Z, Cao Y, Zhan P, Pannecouque C, Balzarini J, Clercq E De 2013. Synthesis and anti-HIV evaluation of novel 1,2,4-triazole derivatives as potential non-nucleoside HIV-1 reverse transcriptase inhibitors. Letters in Drug Design Discovery, 10: 27–34.

Özdemir G, Yüksek H 2021. Synthesis and characterization of some new potential biologically active 3-alkyl(aryl)-4-(methoxysubstituebenzylideneamino)-4,5-dihidro-1H-1,2,4- triazol-5-ones. The Pharmaceutical and Chemical Journal, 8: 67-71.

Yüksek H, Demirbas A, Ikizler A, Johansson CB, Celik C, Ikizler A 1997. Synthesis and antibacterial activities of some 4,5-dihydro-1*H*-1,2,4- triazol-5-ones. Arzneimittelforschung, 47: 405–409

Yüksek H, Akyıldırım O, Yola ML, Gürsoy-Kol Ö, Çelebier M, Kart D 2013. Synthesis, *in vitro* antimicrobial and antioxidant activities of some new 4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one derivatives. Archiv der Pharmazie, 346: 470–480.

Yüksek H, Özdemir G, Gürsoy Kol Ö, Manap S, Buluttekin S, Gökçe S, Alkan M 2020. Synthesis, in vitro antioxidant and antimicrobial activities of some new 2-(3-alkyl/aryl-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-on-4-yl-azomethine)-phenyl benzenesulfonate aerivatives. J. Chem. Soc. Pak., 42: 624-633.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Structural, spectroscopic, electronic, thermodynamic and Non-Linear Optic Analysis of 3-(*n*-propyl)-4-(3,4-dimethoxybenzylideneamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one

Gül Özdemir[1] *(ORCID: 0000-0001-78230920)*, Gül Kotan[2*] *(ORCID: 0000-0002-4507-9029)*, Haydar Yüksek[1] *(ORCID: 0000-0003-1289-1800)*

[1]Department of Chemistry, Kafkas University, Kars, Turkey
[2*]Kafkas University, Kars Vocational School, Kars, Turkey
[1]Kafkas University, Department of Chemistry, Kars, Turkey

*Corresponding author e-mail: gulozd91@gmail.com

Abstract

Using the 6-311++G(d,p) basis set with the B3LYP function of the DFT technique, all quantum chemical calculations of the 3-(n-propyl)-4-(3,4-dimethoxybenzylideneamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one molecule have been examined. The GaussView 5.0 is used to display the molecule's three-dimensional structure. Thus, the compound's optimal structure was established. The ^{1}H/ ^{13}C NMR chemical shifts, Molecular geometric structural parameter (bond lengths), electronic properties, FT-IR vibrational wavenumbers, HOMO-LUMO analyses, energy gap (ΔEg), mulliken charges, thermodynamic parameters (enthalpy H^0, heat capacity CV^0 and entropy S^0), dipole moment, total energy were studied using Gaussian 09W software package. Proton Nuclear Magnetic Resonance (^{1}H-NMR) and Carbon-13 Nuclear magnetic Resonance (^{13}C-NMR) spectral values was calculated in gas phase and in DMSO solvent according to GIAO method. Theoretical spectral values of molecule were calculated and compared with experimental values that were found in the literature. Utilizing the veda4f program, calculations at harmonic vibrational frequencies that had a certain scala factor were scaled. Additionally, the same approach were used to identify the molecular surfaces maps and molecular electrostatic potential (MEP). Also NLO (Non-Linear Optical) studies of chemical structure have been carried out. The static α_{total}, $\Delta\alpha$ and β_0 parameters were calculated and compared with reference urea.

Keywords: DFT, HOMO-LUMO, Veda4f, GIAO.

INTRODUCTION

A significant area of organic and medicinal chemistry is heterocyclic organic chemistry (Zarenezhad et al 2021). 1,2,4-Triazoles are five-membered heterocyclic compounds that include three nitrogen (Dymińska, 2015). Numerous 1,2,4-triazoles and 4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-ones are known to have a variety of biological effects, antiviral (Demirbaş et al., 2002), fungicidal (Cholletet al., 1990) , antitumoral (Ikizler et al., 1997), antagonistic (Bonjean& Schunack, 1987), coccidiostatic (Mano et al., 1976), anti-inflammatory (Hunasha et al., 2014), antibacterial (Kotan, 2021) , herbicidal (Hilton etal.,1965). Additionally, a number of molecules with the 1,2,4-triazole moiety and a variety of pharmacological and anticancer properties have been identified. In additional, 1,2,4-Triazole schiff base compounds have wide spectrum of biological activity (Kotan et al., 2022; Li et al., 2018; Yüksek et al., 2020; Mobinikhaledi et al., 2010; Hanif et al.,2018). The azomethine group included in the structure of 1,2,4-Triazole Schiff base compounds appears to play a crucial role in metal chelation and bioactivity, which is seen in the vast spectrum of biological activity that these compounds exhibit (Calu et al., 2013). The novel molecule created in this work was subjected to several quantum chemistry computations using DFT B3LYP 6-311++G(d,p) (Frisch et al., 2009).

RESULTS AND DISCUSSION

Computational Details

The GaussView was used to first establish the molecule's three-dimensional structure . All theoretical attributes were computed one by one after atoms were assigned numbers. It is shown in Figure 1.

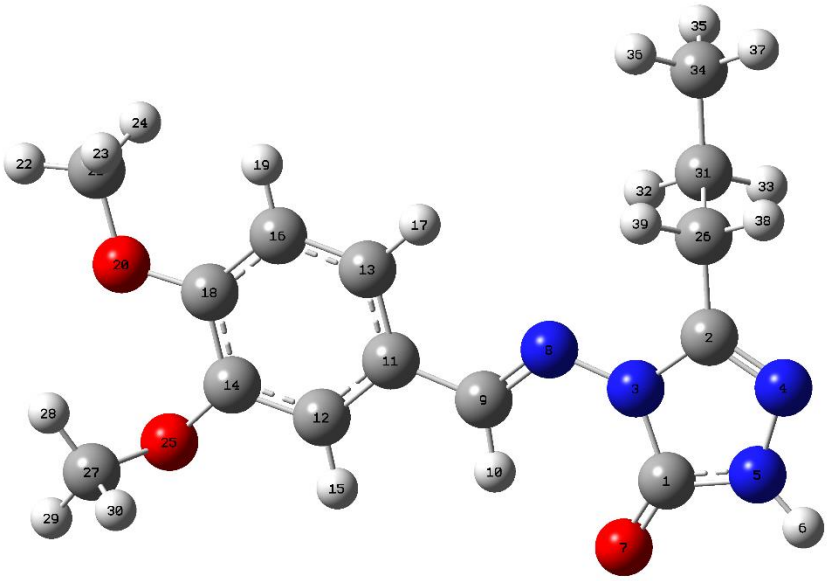


Figure 1. The optimized molecular structure of titled molecule with B3LYP 6-311++G(d,p) level.

Investigation of Electronic Properties

Frontier Molecular Orbitals (FMO) like HOMO-LUMO (Fukui, 1982) allow us to predict electron transitions and a molecule's chemical reactivity. The energy differences were found by calculating the energies of the "highest occupied molecular orbital" and lowest unoccupied molecular orbital energy" (HOMO-LUMO). The more stable the molecule is, the smaller the energy gap "ΔEg" between these orbitals must be. The E_{lumo}-E_{homo} formula was used to determine this value. Figure 2 depicts ΔEg=4.271 eV for B3LYP/6-311++G(d,p). All electronic parameters (***A, I, χ, Pi, ω, IP, S, η***) were calculated using this energy difference and shown in Table 2.

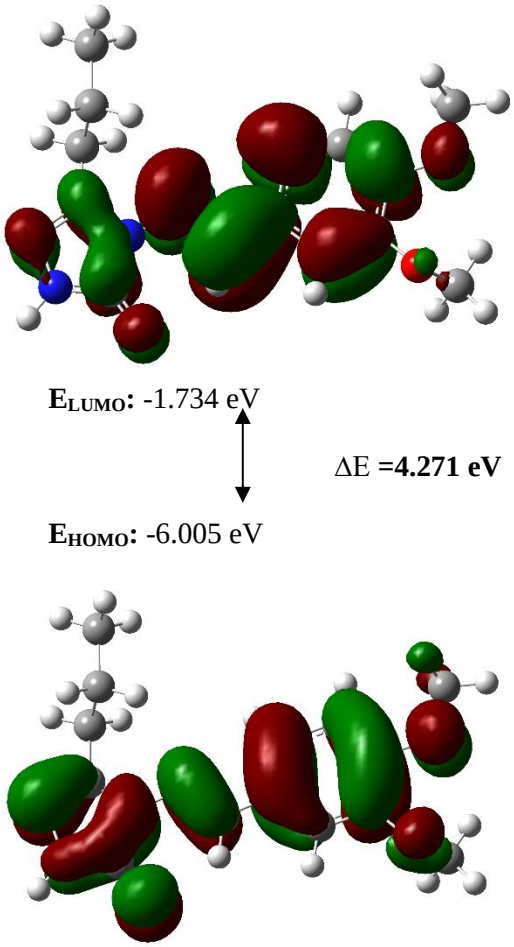


Figure 2. Calculated HOMO-LUMO shapes of the molecula by B3LYP method 6-311++G (d,p) basis set

Table 1. Electronic properties of the molecule calculated according to B3LYP and HF methods 6-311++G (d,p) basis set

Electronic Features	**B3LYP (eV)**	**B3LYP (Kcal/mol)**
A; Electron Affinity	1.734	39.991
I; Ionization Potential	6.005	138.477
ΔE; Energy Gap	4.271	98.487
χ; Electronegativity	3.869	89.234
ω; Chemical Potential	-3.869	-89.234
ω: electrophilic index	3.506	80.851
ε: Nucleophilic index	-0.304	-7.003
η; Molecular Hardness	1.068	24.622
S; Molecular Softness	2.135	49.243

Vibrational frequencies

Theoretically calculating compound IR values was done with the help of the Veda 4f software (Jamróz, 2004). Table 3 lists theoretically derived IR details and empirically determined IR values. For the optimized structure, the vibrational frequencies were estimated at the B3LYP/6-311G++(d,p) level of theory and scaled by 0.9970 (Merrick et al., 2007). The experimental data were compared to the obtained scala vibration values of the chemical and were compatible with each other.

Table 2. The calculated frequencies values and vibration types of the molecule.

Vibration Types	Experim.	Scaled DFT
$H_{15}C_{12}C_{11}C_{13}$, $H_{17}C_{13}C_{11}C_{9}$, $H_{19}C_{16}C_{18}C_{14}$ (38)	795	962
$C_{12}C_{11}$, $C_{13}C_{11}$, $C_{14}C_{12}$, $C_{16}C_{13}$ (17)	897	900
N_4C_2, N_8C_9 (32)	1582	1554
N_4C_2, N_8C_9 (44)	1582	1556
N_4C_2, N_8C_9 (55)	1582	1577
O_7C_1 (73)	1713	1694
N_5H_6 (100)	3315	3497

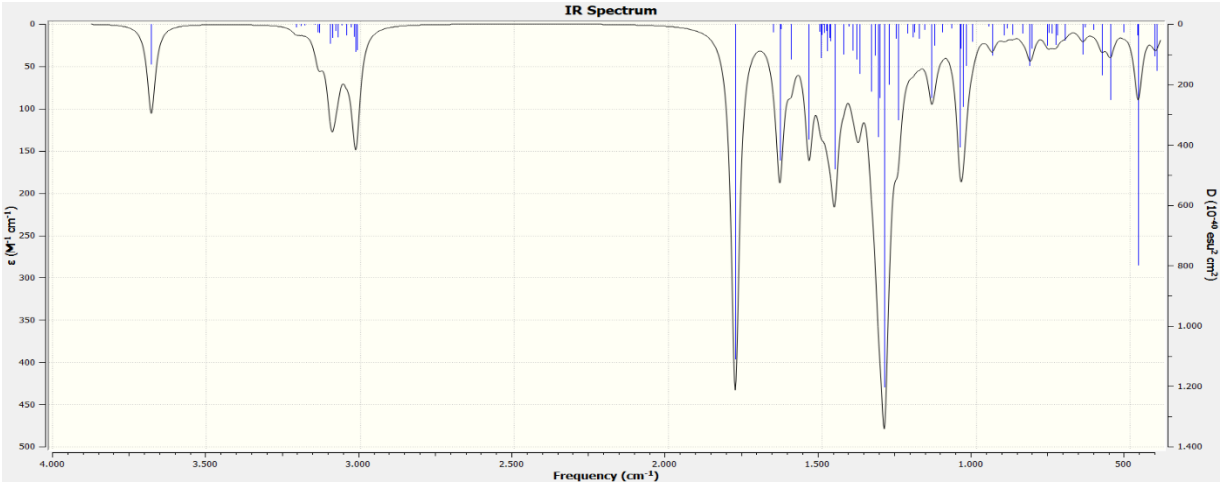


Figure 3. The correlation graphic for vibrational frequencies of the titled compound by using B3LYP methods, respectively

NMR spectral analysis

The DFT(B3LYP) has estimated the ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shifts of the title compound in its ground state using the optimized molecular structure. The GIAO method was used to accomplish these spectral computations, including those involving the proton and carbon shift values (Wolinski et al., 1990). The experiment's findings and the graphs produced by regrasion analysis are consistent with the stated compound's ^{13}C /^{1}H NMR chemical shift values (Figure 4).

Table 3. Theoretically and experimentally ^{13}C and ^{1}H-NMR (B3LYP/(DMSO)) chemical shift values of the titled molecule according to the TMS standard (δ/ppm)

No	Experimen.	DFT/DMSO	Diff./DMSO	No	Experim.	DFT/DMSO	Diff./DMSO
C1	146.87	156.09	-9.22	**H6**	11.79	7.66	4.13
C2	149.09	156.68	-7.59	**H10**	9.58	10.18	-0.60
C9	154.12	155.69	-1.57	**H15**	7.37	7.30	0.07
C11	126.17	132.34	-6.17	**H17**	7.42	8.21	-0.79
C12	122.34	132.18	-9.84	**H19**	7.07	7.11	-0.04
C13	111.66	125.36	-13.70	**H22**	3.82	4.23	-0.41
C14	151.39	154.17	-2.78	**H23**	3.82	3.95	-0.13
C16	109.26	115.80	-6.54	**H24**	3.82	3.76	0.06
C18	151.77	163.02	-11.25	**H28**	3.83	4.61	-0.78
C21	55.47	56.05	-0.58	**H29**	3.83	3.92	-0.09
C26	26.75	32.11	-5.36	**H30**	3.83	3.41	0.42
C27	55.64	60.34	-4.70	**H32**	2.64	2.06	0.58
C31	18.93	25.92	-6.99	**H33**	2.64	1.41	1.23
C34	13.47	14.76	-1.29	**H35**	1.69	1.25	0.44
				H36	1.69	1.05	0.64
				H37	0.96	1.00	-0.04
				H38	0.96	2.36	-1.40
				H39	0.96	2.89	-1.93

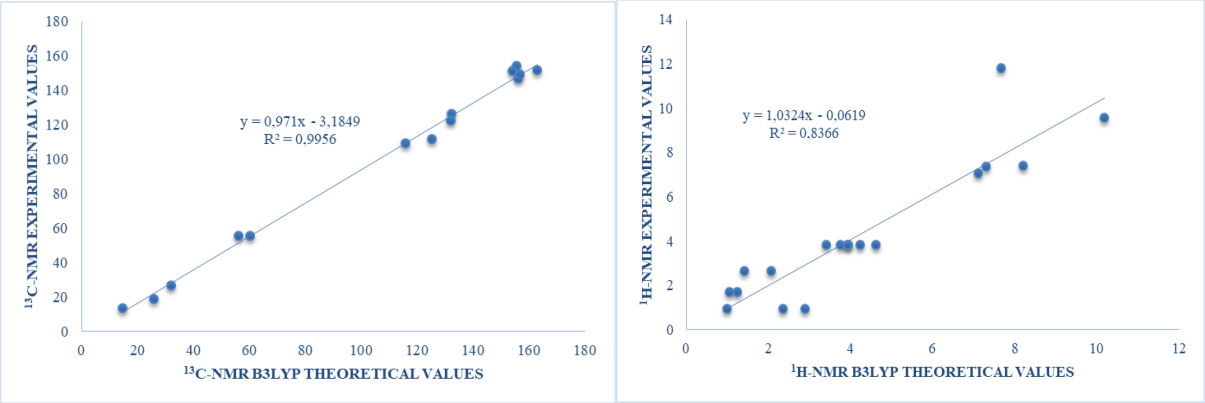


Figure 4. The correlation graphics for ^{13}C-NMR (DMSO), ^{1}H-NMR (DMSO), chemical shifts of the titled compound.

Nonlinear optical properties (NLO)

The interactions of electromagnetic fields in various locations can have an impact on non-linear optical (NLO) characteristics. The crucial functions of frequency shifting, optical switching, optical modulation, optical memory and optical logic are provided by NLO characteristics, which are crucial for technologies used in fields including signal processing, optical interfaces and telecommunications (Garrett et al., 2014; Bitmez et al., 2014). The total static dipole moment μ_{toplam}= 4.700 debye, average linear polarizability α=34.069x10^{-24} esu, anisotropy of polarizability $\Delta\alpha$=26.209x10^{-24} esu, and initial hyperpolarizability β_{total}=8.829x10^{-30} esu are among NLO properties. These parameters were calculated by B3LYP 6-311++G (d,p) basis set and listed in Table 3. The urea molecule serves as the main reference for NLO characteristics. The NLO parameters are α_{total}**:** 5.07643717x10^{-24} esu, $\Delta\alpha$**:** =2.13568262x10 $^{-24}$ esu, and β^0 = 7.2228469891x10^{-31} esu. When compared to the reference material, the NLO values were 6.8, 13, and 12 times higher than urea (Kotan et al., 2020).

Table 4. Calculated dipole moment, polarizability and hyperpolarizability values of the molecule by B3LYP 6-311++G (d,p) basis set

	B3LYP		B3LYP
μ_x	2.303 debye	β_{xxx}	8114.92 a.u.
μ_y	3.809 debye	β_{xxy}	685.81 a.u.
μ_z	-1.508 debye	β_{xyy}	-127.07 a.u.
μ_{Toplam}	4.700 debye	β_{yyy}	1606.35 a.u.
α_{xx}	49.417a.u.	β_{xxz}	1162.41 a.u.
α_{yy}	33.627 a.u.	B_{xyz}	538.00 a.u.
α_{zz}	19.163 a.u.	B_{yyz}	498.24 a.u.
α	34.069x10^{-24} esu	β_{xzz}	339.30 a.u.
$\Delta\alpha$	26.209x10^{-24} esu	β_{yzz}	808.65 a.u.
β_x	8673.66 a.u.	B_{zzz}	137.61 a.u.
β_y	94.06 a.u.	β	8.829x10^{-30} esu
β_z	1646.19 a.u.		

Theoretical Data of Thermodiynamic Properties

The DFT technique at the 6-311G++(d,p) basis set was used to compute the thermodynamic parameters at 298.150 K and 1 atm pressure. The theoretical calculation of the thermodynamic parameters that supply the formation circumstances of a chemical reaction will make it very simple to ascertain the reaction conditions. Theoretical thermodynamic data were calculated and listed in Table 5.

Table 5. The thermodynamic properties of the titled compound

Rotational temperatures (Kelvin)	**B3LYP**
A	0.02526
B	0.00649
C	0.00526
Rotational constants (GHZ)	
A	0.52636
B	0.13519
C	0.10956
Zero-point vibrational energy (Kcal/Mol)	197.291
Thermal correction to Energy	0.3355
Thermal correction to Enthalpy	0.3365
Thermal correction to Gibbs Free Energy	0.2623
Sum of electronic and zero-point Energies	-988.9149
Sum of electronic and thermal Energies	-988.8938
Sum of electronic and thermal Enthalpies	-988.8928
Sum of electronic and thermal Free Energies	-988.9670
Thermal Energies E(Kcal/mol)	
Translational	0.889
Rotational	0.889
Vibrational	208.763
Total	210.540
Thermal Capacity CV(Cal/Mol-Kelvin	
Translational	2.981
Rotational	2.981
Vibrational	71.195
Total	77.157
Entropy S (Cal/Mol-Kelvin)	
Translational	42.893
Rotational	34.977
Vibrational	78.287
Total	156.157

Mulliken Charge data

The B3LYP 6-311++G(d,p) was used to compute the mulliken charges (Mulliken et al., 1955) of the molecule. Some of the some C atoms and all of the protons in the molecule have positive mulliken charges, but all of the N3-N5, O7,O20,O25 atoms and some of the C atoms have negative mulliken charges. The atom with the highest electropositivity is the C11 (1.151) and summarized in Table 6.

Table 6. The calculated mulliken charge data

NO	DFT(B3LYP)		DFT(B3LYP)
C1	0.456	**O20**	-0.179
C2	-0.265	**C21**	-0.320
N3	-0.051	**H22**	0.177
N4	-0.017	**H23**	0.155
N5	-0.215	**H24**	0.161
H6	0.387	**O25**	-0.143
O7	-0.365	**C26**	-0.260
N8	-0.014	**C27**	-0.301
C9	-0.376	**H28**	0.161
H10	0.244	**H29**	0.153
C11	1.151	**H30**	0.135
C12	-0.666	**C31**	-0.016
C13	-0.194	**H32**	0.181
C14	-0.751	**H33**	0.199
H15	0.207	**C34**	-0.601
C16	-0.096	**H35**	0.130
H17	0.116	**H36**	0.134
C18	0.011	**H37**	0.147
H19	0.207		

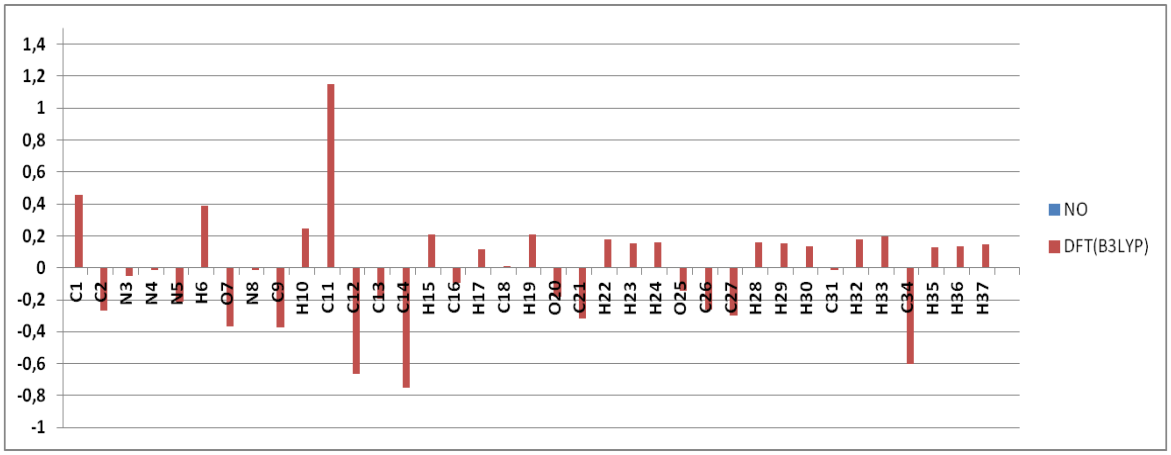


Figure 5. The calculated mulliken charges with B3LYP

MEP analysis

The potential surface map electrostatic (MESP), which provides a visual method to determine the relative polarity of the compound, identifies the nucleophilic and electrophilic sites that, along with the molecule's dipole moment, can be used to predict the types of intermolecular interactions as well as the most advantageous sites for the formation of interactions between biological molecules and receptors (Reed et al.,1985). Blue represents electropositive zones, whereas red represents electronegative parts. The acidic N-H proton appears blue in our molecule, whereas the electronegative oxygen atom is surrounded by red. The chemical has a color code that ranges from **-5.372e-2** to **+5.372e-2** and shown in Figure 6.

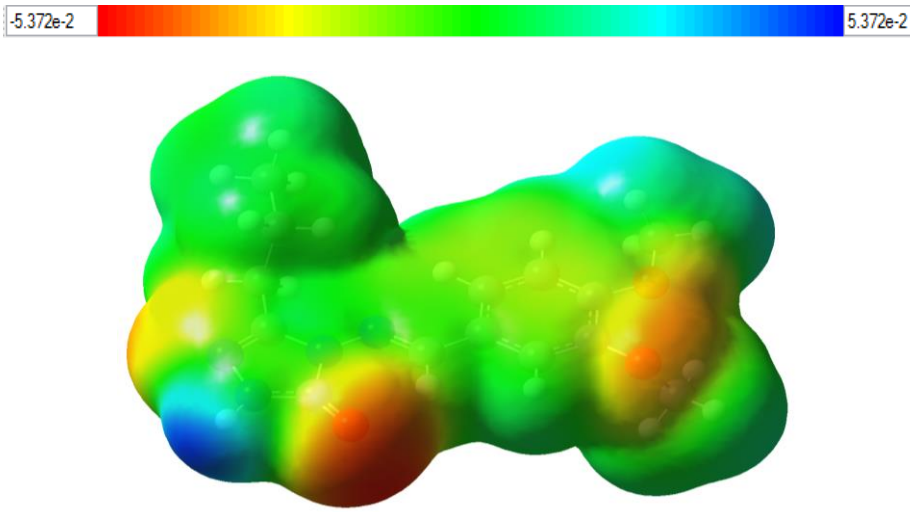


Figure 6. The MEP

CONCLUSIONS

The target molecule was identified in this theoretical work utilizing DFT (B3LYP) calculations using the 6-311G++(d,p) basis sets and the Gaussian G09W software. The $^{13}C/^{1}H$ chemical shifts predicted by the computations and the FT-IR data are seen to accord with the real data. The H-NMR correlation graph displays a little divergence, but the R values indicated a straight connection. This divergence is brought on by the molecule's N-H acidic proton (H6). The molecule's stability is the only explanation for the absence of negative frequency in the infrared (FT-IR) data. The computed ΔEg value was 4.271 eV. Using MEP analysis, regions that are electrophilic and nucleophilic were found. The chemical was discovered to be an excellent nonlinear material as a consequence of NLO study.

REFERENCES

Bitmez Ş., Sayin K., Avar B., Köse M., Kayraldız A., & Kurtoğlu M. (2014). Preparation, spectral, X-ray powder diffraction and computational studies and genotoxic properties of new azo-azomethine metal chelates. *Journal of Molecular Structure*, *1076*, 213-226.

Bonjean J., & Schunack W. (1987). H2-Antihistaminika, 35. Mitt. Synthese und H2-antagonistische Wirkung imidazolylmethylthioalkyl-substituierter 1,2,4-Triazole. *Archiv der Pharmazie*, *320*(6), 554-562.

Calu L., Badea M., Falcescu D., Duca D., Marinescu D., & Olar R. (2013). Thermal study on complexes with Schiff base derived from 1, 2, 4-triazole as potential antimicrobial agents. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, *111*(3), 1725-1730.

Chollet JF., Bonnemain, JL., Miginiac L., & Rohr O. (1990). Fungicidal activity of a series of 1-substituted-1-aryl-2-triazol-1-yl-ethanols. *Pesticide Science*, *29*(4), 427-435.

Demirbaş N., Ugurluoglu, R., & Demirbaş, A. (2002). Synthesis of 3-alkyl (Aryl)-4-alkylidenamino-4, 5-dihydro-1H-1, 2, 4-triazol-5-ones and 3-alkyl-4-alkylamino-4, 5-dihydro-1H-1, 2, 4-triazol-5-ones as antitumor agents. *Bioorganic & medicinal chemistry*, *10*(12), 3717-3723.

Dennington R., Keith T., Millam (Eds.). (2009). J. GaussView, Version 5, Semichem Inc., Shawnee Mission KS.

Dymińska L. (2015). Imidazopyridines as a source of biological activity and their pharmacological potentials-infrared and Raman spectroscopic evidence of their content in pharmaceuticals and plant materials. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, *23*(18), 6087-6099.

Frisch MJ., Trucks GW., Schlegel HB., Scuseria GE., Robb MA., Mennucci B., Petersson GA., Nakatsuji H., Caricato M., Li X. et al., (2009). Gaussian 09. Revision C.01. Gaussian. Inc. Wallingford. CT.

Fukui K. (1982). Role of frontier orbitals in chemical reactions. *science*, *218*(4574), 747-754.

Garrett K., Sosa Vazquez X., Egri SB., Wilmer J., Johnson LE., Robinson BH., & Isborn CM. (2014). Optimum exchange for calculation of excitation energies and hyperpolarizabilities of organic electro-optic chromophores. *Journal of Chemical Theory and Computation*, *10*(9), 3821-3831.

Hanif M., Hassan M., Rafiq M., Abbas Q., Ishaq A., Shahzadi S., ... & Saleem M. (2018). Microwave-assisted synthesis, in vivo anti-inflammatory and in vitro anti-oxidant activities, and molecular docking study of new substituted schiff base derivatives. *Pharmaceutical Chemistry Journal*, *52*(5), 424-437.

Hilton JL., Kearney PC., & Ames BN. (1965). Mode of action of the herbicide, 3-amino-1, 2, 4-triazole (amitrole): inhibition of an enzyme of histidine biosynthesis. *Archives of biochemistry and biophysics*, *112*(3), 544-547.

Hunashal RD., Ronad PM., Maddi, VS., Satyanarayana, D., & Kamadod, M.A. (2014). Synthesis, anti-inflammatory and analgesic activity of 2-[4-(substituted benzylideneamino)-5-(substituted phenoxymethyl)-4H-1, 2, 4-triazol-3-yl thio] acetic acid derivatives. *Arabian Journal of Chemistry*, *7*(6), 1070-1078.

Ikizler AA., Ikizler A., Yüksek H., M. Serdar M. (1997). Model. Meas. Cont. C, 57, p.

Jamróz MH. (2004). Vibrational Energy Distribution Analysis: VEDA 4 program, Warsaw.

Kotan G. (2021). Novel Mannich Base Derivatives: Synthesis, Characterization, Antimicrobial and Antioxidant Activities. *Letters in Organic Chemistry*, *18*(10), 830-841.

Kotan G., Gökce H., Akyıldırım O., Yüksek H., Beytur M., Manap S., & Medetalibeyoğlu H. (2020). Synthesis, Spectroscopic and Computational Analysis of 2-[(2-Sulfanyl-1H-benzo [d] imidazol-5-yl) iminomethyl] phenyl Naphthalene-2-sulfonate. *Russian Journal of Organic Chemistry*, *56*(11), 1982-1994.

Kotan G., Manap S., & Yüksek H. (2022). Synthesis, Characterization, Antioxidant and DFT Studies of Some Novel Schiff Base Compounds. *Journal of Computational Biophysics and Chemistry*, *21*(01), 47-63.

Li Y., Pasunooti, KK., Li, RJ., Liu, W., Head, SA., Shi, WQ., & Liu, JO. (2018). Novel Tetrazole-containing analogues of itraconazole as potent antiangiogenic agents with reduced Cytochrome P450 3A4 inhibition. *Journal of medicinal chemistry*, *61*(24), 11158-11168.

Mano M., Seo T., Matsuno T., & Imaı, K. (1976). Anticoccidials. I. Syntheses and Anticoccidial Activity of 2-Amino-5-aryl-1, 3, 4-oxadiazoles, 5-Alkoxy-3-aryl-1H-1, 2, 4-triazoles, and 3-Aryl-⊿ 2-1, 2, 4-triazolin-5-ones. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, *24*(11), 2871-2876.

Merrick JP., Moran D., Radom L. (2007). An Evaluation of Harmonic Vibrational Frequency Scale Factors. *Journal of Physical Chemistry*, 111(45), 11683-11700.

Mobinikhaledi A., Foroughifar N., Khanpour M., & Ebrahimi S. (2010). Synthesis of some novel Schiff bases containing 1, 2, 4-triazole ring. *European Journal of Chemistry*, *1*(1), 33-36.

Mulliken R. S. (1955). Electronic population analysis on LCAO–MO molecular wave functions. I. *The Journal of Chemical Physics*, *23*(10), 1833-1840.

Reed AE., Weinstock RB., & Weinhold F. (1985). Natural population analysis. *The Journal of Chemical Physics*, *83*(2), 735-746.

Wolinski K., .Hilton JF., Pulay PJ. (1990). Efficient implementation of the gauge-independent atomic orbital method for NMR chemical shift calculations, *Journal of the American Chemical Society*, 112, 512.

Yüksek H., Özdemir G., Manap S., Yılmaz Y., Kotan G., Gürsoy-Kol Ö., & Alkan M. (2020). Synthesis and Investigations of Antimicrobial, Antioxidant Activities of Novel Di-[2-(3-alkyl/aryl-4, 5-dihydro-1H-1, 2, 4-triazol-5-one-4-yl)-azomethinephenyl] Isophtalates and Mannich Base Derivatives. *ACTA Pharmaceutica Sciencia*, *58*(1).

Zarenezhad E., Farjam M., & Iraji A. (2021). Synthesis and biological activity of pyrimidines-containing hybrids: Focusing on pharmacological application. *Journal of Molecular Structure*, *1230*, 129833.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Piezoelektrik prizmatik dolgu içeren plakların sonlu elemanlar yöntemi ile elektro-dinamik doğal titreşim analizi

Gökçe Yazıcı[1*] (*https://orcid.org/0000-0002-1951-0591*), Ülkü Babuşcu Yeşil[2] (*https://orcid.org/0000-0002-8557-8308*)

[*1,2]Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Matematik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: gokce.yazici@std.yildiz.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, piezoelektrik (PZT) malzemeden yapılmış prizmatik dolgu içeren basit mesnetli plakların doğal titreşim analizi Hamilton prensibi kullanılarak üç boyutlu sonlu elemanlar yöntemi (SEY) yardımıyla incelenmiştir. Problemin matematiksel modellemesi, parçalı-homojen cisim modeli kullanılarak elektro-elastisite teorisinin üç boyutlu kesin hareket denklemleri kapsamında formüle edilmiştir. PZT dolgu ile onu saran elastik malzeme (matris) arasındaki ara yüzeylerde, ideal temas koşullarının sağlandığı varsayılmaktadır. Yapıdaki PZT dolgunun plağın iç kısmında ve plağın arkaya doğru kalınlığı (Ox_3 ekseni) doğrultusunda ve bu eksene paralel olarak yerleştiği kabul edilmiştir. Sayısal çözüm için gerekli olan tüm algoritmalar ve programlar yazarlar tarafından yapılmıştır. Ele alınan PZT dolgu içeren plağın verilen sınır koşullarında doğal frekans değerleri, PZT dolgunun boyutu, hacim oranı, konumu, farklı PZT malzeme olması ve aynı zamanda mekanik ve elektrik alanlar arasındaki ilişkiye etkisi gibi farklı parametre değerlerinde incelenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Piezoelektik malzeme, dolgu, serbest titreşim, doğal frekans, 3B Sonlu Elemanlar Yöntemi.

Electro-dynamic free vibration analysis of plate containing prismatic piezoelectric inclusion using finite element method

Abstract

In this study, free vibration analysis of simply supported plates containing prismatic inclusion made of piezoelectric (PZT) material is investigated using the Hamiltonian principle with the help of three-dimensional finite element method. The mathematical modelling of the problem is formulated within the scope of the three-dimensional exact equations of motion of the electro-elasticity theory using the piecewise-homogeneous body model. It is assumed that ideal contact conditions are provided at the interfaces between the PZT inclusion and the elastic material (matrix) surrounding it. It is assumed that the PZT inclusion in the structure is located in the inner part of the plate and in the direction of the thickness (Ox_3 axis) of the plate towards the back and parallel to this axis. All algorithms and programs required for numerical solution are made by the authors. The effect of various parameters on the values of natural frequency of the plate containing the PZT inclusion under the given boundary conditions, such as the size, volume ratio, position of the PZT inclusion, different PZT material, and also the coupling effect between the mechanical and electric fields are investigated.
Keywords: Piezoelectric material, inclusion, free vibration, natural frequency, 3D Finite Element Method

GİRİŞ

Piezoelektriklik özelliği, bazı malzemelere uygulanan mekanik basınç yükü altında, malzemenin elektrik alan ya da elektrik potansiyel değiştirme yeteneğidir (Gautschi, 2002). Bu etki, malzemenin içindeki polarizasyon yoğunluğundaki değişmeyle doğrudan alakalıdır. Günümüzde piezoelektrik malzeme olarak çoğunlukla kurşun-zirkonyum-titanyum (PZT) seramik ve baryum titanat ($BaTiO_3$) kullanılmaktadır. PZT malzemeler aktüatörler, sensörler ve üreteçler gibi teknolojik uygulamalarda kullanılmaktadır. Geniş bir araştırma alanına sahip PZT malzemeler, genellikle PZT olmayan malzemelerle entegre edilerek kullanılmaktadır. Sonlu bölgeler için yapılan çalışmalar, sayısal çözüm yöntemlerinin kullanılmasını gerektirmiştir (Qi ve ark., 1997; Wang ve ark., 2004; Zhou ve ark., 2005; Fesharaki ve Golabi, 2017; Babuscu Yesil ve ark., 2019). Elde edilen sonuçlar, yapısal elemanlardaki bu tür geometrik süreksizliklerin bu yapıların mekanik dayanım sınırlarını azalttığını, ancak plak

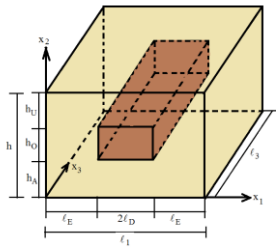
malzemesi olarak PZT malzeme seçilmesi, PZT etkilerin gerilme yayılımlarını düşürmede etkisi olduğunu göstermektedir.

Bir diğer önemli araştırma alanı da piezoelektrik malzemelerin dinamik özelliklerinin belirlenmesidir. Tiersten, (1969) tarafından PZT malzemeler için lineer titreşimin temel matematik modellemesi geliştirilmiştir. Ele alınan yapı elemanının güvenliği açısından, dinamik davranışının belirlenmesi önemlidir. Pan ve Heyliger, (2002), Askari Farsangi ve ark., (2013); Pietrzakowski, (2008); Daşdemir, (2022) süreksizlik içermeyen çok katmanlı ince veya kalın PZT plaklarda dinamik davranışlara karşılıklı elektro-mekanik etkiyi analitik veya nümerik olarak hesaplamışlardır. Silindirik formda boşluk içeren lamine PZT levhaların dinamik özelliklerinin belirlenmesi için 3 boyutlu titreşim problemleri Kamali ve Shodja, (2006) ve Babuscu Yesil ve Yahnioğlu, (2022) çalışmalarında incelenmiştir.

Literatür araştırmasından, PZT malzemeden oluşan boşluk içeren plakların 3 boyutlu titreşim analizi ile ilgili çalışmalar mevcut iken PZT malzemeden yapılmış elastik malzeme içine gömülü dolgu problemlerinin titreşim analizi ile ilgili bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada yapısında PZT malzemeden yapılmış dikdörtgen prizmatik dolgu içeren kalın plakların elektro-statik durum için ele alınan Babuscu Yesil ve ark., (2019) çalışması elektro-dinamik problemler için geliştirilerek, parçalı homojen cisim modeli ve 3 boyutlu elektro-elastisite teorisinin kesin hareket denklemleri yardımıyla modellenmiş ve 3 boyutlu SEY ile sayısal olarak incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Ele alınan dikdörtgen kalın plağın yapısındaki dikdörtgen prizmatik dolgunun, plağın iç kısmında ve plağın arkaya doğru kalınlığı doğrultusunda yer alan eksene (Ox_3 ekseni) paralel olacak şekilde yerleştiği kabul edilmektedir (Şekil 1). Ele alınan dikdörtgen plağın boyutları; Ox_1, Ox_2 ve Ox_3 doğrultularında sırasıyla ℓ_1, h ve ℓ_3'dür. Dikdörtgen plağın yapısındaki dikdörtgen prizmatik dolgunun boyutları $2\ell_D, h_O$ ve ℓ_3'dür.



Şekil 1. Dikdörtgen prizmatik formda dolgu içeren plak geometrisi

Ele alınan plağın bütün yanal yüzeylerinden basit mesnetli ve elektriksel potansiyelin sıfır olduğu kabul edilmektedir. Ayrıca, plağın yanal yüzeylerinden ve dolgu ile matris ara yüzeylerinden mekaniksel ve/veya elektriksel hiçbir yükün etki etmediği kabul edilmektedir. Plağın içerdiği dolgu ile matris ara yüzeyinde ideal temas koşullarının sağlandığı ve PZT dolgunun tüm yüzeylerinden topraklanmış olduğu (yani, normal doğrultudaki elektriksel yer değiştirme değişiminin olmadığı) kabul edilmektedir. Matematiksel modellemede üst indis (1) matris malzemesi ve üst indis (2) dolgu malzemesine ait büyüklükleri temsil etmek için kullanılacaktır. Buna göre, ele alınan dikdörtgen plağı oluşturan her bir bileşende ayrı ayrı sağlanan hareket denklemleri;

$$\frac{\partial T_{ji}^{(m)}}{\partial x_j} = \rho^{(m)} \frac{\partial^2 u_i^{(m)}}{\partial t^2}, \quad \frac{\partial D_j^{(m)}}{\partial x_j} = 0 \tag{1}$$

Elektro-mekanik ilgiler,

$$T_{ij}^{(m)} = c_{ijkl}^{(m)} s_{kl}^{(m)} - e_{kij}^{(m)} E_k^{(m)}, D_i^{(m)} = e_{ikl}^{(m)} s_{kl}^{(m)} + \varepsilon_{ik}^{(m)} E_k^{(m)}$$
$$s_{kl}^{(m)} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_k^{(m)}}{\partial x_1} + \frac{\partial u_1^{(m)}}{\partial x_k}\right), E_k^{(m)} = -\frac{\partial \phi^{(m)}}{\partial x_k}, i; k; k; l = 1, 2, 3 \tag{2}$$

olur. Bu denklemlerde, $T_{ij}^{(m)}$, gerilme tansörü bileşenini; $D_i^{(m)}$, elektriksel yerdeğiştirme vektörü bileşenini; $\rho^{(m)}$, plağın m. bileşenine ait malzeme yoğunluğunu; $u_i^{(m)}$, yerdeğiştirme vektörü bileşenini; $e_{kji}^{(m)}$, PZT sabiti; $s_{kl}^{(m)}$, Green şekil değiştirme tansörü bileşenini; $\varepsilon_{ik}^{(m)}$, dielektrik sabiti; $E_k^{(m)}$, elektrik alan bileşenini; $c_{ijkl}^{(m)}$, elastik malzeme sabitini ve $\phi^{(m)}$, elektrik potansiyelini göstermektedir.

(1)'de verilen ilk denklem, plağın hareketini ve ikinci denklem, Maxwell'in elektro-dinamikteki denklemlerinin özel bir halini temsil etmektedir. Elektriksel ve mekaniksel alanların karşılıklı etkileşimi $e_{kji}^{(m)}$ ve $\varepsilon_{ik}^{(m)}$ yani, piezoelektrik ve dielektrik sabitleri ile temsil edilmektedir (Tiersten, (1969)).
Ele alınan problemlere ait sınır koşulları;

$$u_2^{(1)}\big|_{x_1=0;\ell_1} = u_2^{(1)}\big|_{x_3=0;\ell_3} = 0, \qquad \Phi^{(1)}\big|_{x_1=0;\ell_1} = \Phi^{(1)}\big|_{x_3=0;\ell_3} = 0$$
$$T_{11}^{(1)}\big|_{x_1=0;\ell_1} = T_{13}^{(1)}\big|_{x_1=0;\ell_1} = 0, \qquad T_{31}^{(1)}\big|_{x_3=0;\ell_3} = T_{33}^{(1)}\big|_{x_3=0;\ell_3} = 0 \tag{3}$$

Plağın alt ve üst yüzeylerinde sağlanan koşullar;

$$T_{2i}^{(1)}\big|_{x_2=h} = 0, \;\; T_{2i}^{(1)}\big|_{x_2=0} = 0, \;\; i = 1,2,3. \tag{4}$$

Ara yüzeylerde sağlanan temas koşulları;

$$u_i^{(1)} n_i^{(1)}\big|_S = u_i^{(2)} n_i^{(2)}\big|_S, T_{ij}^{(1)} n_j^{(1)}\big|_S = T_{ij}^{(2)} n_j^{(2)}\big|_S, \; \Phi^{(1)}\mathrm{n}^{(1)}\big|_S = \Phi^{(2)}\mathrm{n}^{(2)}\big|_S, \; D_i^{(1)} n_i^{(1)}\big|_S = D_i^{(2)} n_i^{(2)}\big|_S \tag{5}$$

olarak verilebilir. (5)'de $n_i^{(m)}$ (m=1,2) m yüzeyinin dış birim normal vektörünün bileşenini ve S dikdörtgen prizmatik dolgu ile matris malzemesi ara sınırını temsil etmektedir. Buna göre ele alınan sınır değer problemlerine ait matematiksel model (1)-(5) denklem takımı yardımıyla verilebilir. Kinematik ilgileri matris formunda yazabilmek için kompakt matris notasyonu kullanılır. Bu notasyon (3)'de verilen büyüklüklerin alt indislerinde yer alan *ij* veya *kl* indis çiftlerinin sırasıyla, *p* veya *q* gibi tek indis ile temsiline indirgenir (Yang, (2005)). Malzemeye ait bünye denklemleri yeni indis notasyonuna göre düzenlenirse;

$$T_p^{(m)} = c_{pq}^{(m)} s_q^{(m)} - e_{kp}^{(m)} E_k^{(m)}, D_i^{(\mathrm{m})} = e_{iq}^{(\mathrm{m})} s_q^{(\mathrm{m})} + \varepsilon_{ik}^{(m)} E_k^{(m)} \tag{6}$$

elde edilir. Titreşim probleminde yer alan büyüklükler, 3 koordinat ile zamana bağlıdırlar. Bu büyüklüklerin zamandan bağımlılığı aşağıdaki gibi seçilirse yani,

$$\left\{T_{ij}, s_{ij}, u_i, D_i, E_i, \phi_i\right\} = \left\{\bar{T}_{ij}, \bar{s}_{ij}, \bar{u}_i, \bar{D}_i, \bar{E}_i, \bar{\phi}_i\right\} e^{i\omega t} \tag{7}$$

olur. (10)'da $\bar{T}_{ij}, \bar{s}_{ij}, \bar{u}_i, \bar{D}_i, \bar{E}_i, \bar{\phi}_i$ ifadeleri uygun büyüklüklerin genliğini, ω dış kuvvetin frekansını ve $i(i^2 = -1)$ kompleks büyüklüğü göstermektedir (Akbarov ve Guz, 2000). (7) ifadeleri (1)-(5)'de yerine yazılır, gerekli matematiksel işlemler sonucunda tüm denklem, bağıntı ve koşullar ilgili büyüklüklerin genlikleriyle elde edilir. Bu denklemlerde basitlik açısından, genlikleri gösteren (7)'de verilen sembollerdeki üst çizgiler ihmal edilirse, (1)'in ilk denklemi için aşağıdaki denklem elde edilir:

$$\frac{\partial T_{ji}^{(m)}}{\partial x_j} = -\rho^{(m)} \omega^2 u_i^{(m)} \tag{8}$$

Benzer şekilde diğer denklem ve bağıntılar, aranan büyüklüklerin genlikleri için aynen sağlanmaktadır. Eğer ele alınan dikdörtgen kalın plakta dolgu olmadığı kabul edilirse buna ait matematiksel model, yukarıda verilen problemin matematiksel modelinde dolgu malzemesinin, onu saran matris malzemesi ile aynı alınması ve ara yüzeydeki temas koşullarının ihmal edilmesi ile kolayca elde edilebilir.
Matematiksel modeli verilen sınır değer probleminin çözümü üç boyutlu (3B) sonlu elemanlar modellemesi yardımıyla sayısal olarak çözülecektir. Ele alınan dinamik problemin çözümü için Hamilton prensibi kullanılacaktır (Tiersten, (1969)). $u_k^{(m)}$ yer değiştirmeler ve $\phi^{(m)}$ elektrik potansiyele bağlı olan Lagrangian fonksiyonu;

$$L\left(u_k^{(m)}, \dot{u}_k^{(m)}, \phi^{(m)}, \dot{\phi}^{(m)}, t\right) = \sum_{m=1}^{2}\left[T^{(m)}\left(\dot{u}_k^{(m)}, \dot{\phi}^{(m)}\right) - V^{(m)}\left(u_k^{(m)}, \phi^{(m)}, t\right)\right] \tag{9}$$

şeklindedir. Burada $V^{(m)}$ m. bileşenin elektro-mekanik şekil değiştirme enerjisi ve $T^{(m)}$ m. bileşenin kinetik enerjidir (Tiersten, (1969)). Bunların ifadeleri;

$$T^{(m)}\left(\dot{u}_k^{(m)}, \dot{\phi}^{(m)}, t\right) = \int_{\Omega^{(m)}} \frac{1}{2} \rho^{(m)} \dot{u}_j^{(m)} \dot{u}_j^{(m)} d\Omega^{(m)}$$
$$V^{(m)}\left(u_k^{(m)}, \phi^{(m)}, t\right) = \frac{1}{2}\int_{\Omega^{(m)}}\left[c_{ijkl}^{(m)} s_{ij}^{(m)} s_{kl}^{(m)} - 2e_{ijk}^{(m)} E_i^{(m)} s_{jk}^{(m)} - \varepsilon_{ij}^{(m)} E_i^{(m)} E_j^{(m)}\right] d\Omega^{(m)} \tag{10}$$

şeklindedir. Virtüel iş prensibi yardımıyla, genelleştirilmiş Hamilton prensibi;

$$\delta \int_{t_1}^{t_2} L dt = 0, \;\; \delta u_i^{(m)}\Big|_{t_1} = \delta u_i^{(m)}\Big|_{t_2} = 0, \quad \delta\phi^{(m)}\big|_{t_1} = \delta\phi^{(m)}\big|_{t_2} = 0 \tag{11}$$

ve

$$\delta_{u_1^{(m)}} L = 0, \delta_{u_2^{(m)}} L = 0, \delta_{u_3^{(m)}} L = 0, \delta_{\Phi^{(m)}} L = 0 \tag{12}$$

şeklinde ifade edilebilir. Varyasyonel işlemler neticesinde (8) denklemi ve (3)-(5)'deki koşullar elde edilir.

Yöntem gereği önce çözüm bölgesi geometriye uygun olarak ve matris ile dolgu için ayrı ayrı 8 nodlu dikdörtgen prizma şeklinde sonlu elemanlara ayrıklaştırılacaktır. Sayısal çözümde, nodlardaki üç eksen doğrultusundaki yer değiştirmeler ve elektrik potansiyelinin bilinmediği varsayılır ve sonlu elemanlar çözümüne göre, her bir sonlu elemandaki bilinmeyen fonksiyonların ifadeleri

$$u_i^{(e)} = \sum_{j=1}^{s} u_{ij}^{(e)} N_j^{(e)}, \quad \phi^{(e)} = \sum_{j=1}^{s} \phi_j^{(e)} N_j^{(e)} \quad e = 1,2,....,n. \tag{13}$$

şeklinde seçilmiştir. (13)'de n toplam sonlu eleman sayısını ve s her sonlu elemandaki nod sayısını (yani s=8) ve $N_j^{(e)}$, j. noda ait şekil fonksiyonunu göstermektedir. (13) ifadelerini (9) Lagrangian fonksiyonunda göz önüne alır ve Ritz tekniği yardımıyla aşağıdaki cebirsel denklem sistemi elde edilir:

$$\left(\left[\tilde{\mathbf{K}}\right] - \omega^2\left[\tilde{\mathbf{M}}\right]\right)\mathbf{a} = 0 \quad \tilde{\mathbf{K}} = \begin{bmatrix} \mathbf{K} & \mathbf{P}^{\mathbf{T}} \\ \mathbf{P} & \mathbf{R} \end{bmatrix} \quad \tilde{\mathbf{M}} = \begin{bmatrix} \mathbf{M} & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \tag{14}$$

(14)'de $\tilde{\mathbf{K}}$ stiffness matrisi, $\tilde{\boldsymbol{M}}$ kütle matrisi ve **a** nodlarda bilinmeyenleri içeren vektörüdür (Zienkiewicz, (1989)). (e)'inci sonlu eleman için

$$\mathbf{K}_{ij}^{(e)} = \iiint_{\Omega_e} \mathbf{B}_i^{(e)T} \mathbf{D}^{(e)} \mathbf{B}_j^{(e)} d\Omega_e, \quad \mathbf{M}_{ij}^{(e)} = \rho^{(e)} \mathbf{I} \iiint_{\Omega_e} \mathbf{N}_i^{(e)} \mathbf{N}_j^{(e)} d\Omega_e, \quad \mathbf{P}_{ij}^{(e)} = \iiint_{\Omega_e} \tilde{\mathbf{e}}^{(e)} \mathbf{B}_i^{(e)} \mathbf{C}_j^{(e)} d\Omega_e, \quad \mathbf{R}_{ij}^{(e)} = \iiint_{\Omega_e} \tilde{\varepsilon}^{(e)} \mathbf{C}_i^{(e)} \mathbf{C}_j^{(e)} d\Omega_e \tag{15}$$

şeklindedir. $\boldsymbol{D}^{(e)}$, $\tilde{\boldsymbol{e}}^{(e)}$ ve $\tilde{\boldsymbol{\varepsilon}}^{(e)}$ matrislerinin elemanları sırasıyla elastik, piezoelektrik ve dielektrik malzeme sabitlerini göstermektedir. Bu malzeme matrislerinin değerleri kutuplanma yönüne göre farklılık göstermektedir. (14) homojen cebirsel denklemi, plağın doğal titreşimine ait özdeğer problemini temsil eder. Bu denklem sisteminin çözümünden elde edilen özdeğerler, ele alınan plağa ait doğal frekanslar olarak adlandırılır. Dolayısıyla yapısında dikdörtgen PZT dolgu içeren, dikdörtgen plağın doğal titreşim frekansları

$$\det\left|\mathbf{K} - \omega^2 \mathbf{M}\right| = 0 \tag{16}$$

denkleminin çözümüyle elde edilir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, ele alınan problem için elektriksel alan ile mekaniksel alanın karşılıklı etkileşiminin doğal frekanslar üzerindeki etkisinin belirlenmesi için iki farklı durum ele alınmıştır.

Durum 1: $\boldsymbol{e_{ij} = 0, \varepsilon_{ij} = 0}$ (elastik dolgu durumu).

Durum 2: $e_{ij} \neq 0, \varepsilon_{ij} \neq 0$ (piezoelektrik dolgu durumu)

Durum 1, plağın içerdiği dolgu malzemesi için piezoelektrik ve dielektrik sabitlerin sıfır alınarak, dolgunun piezoelektrik ve dielektrik özelliklerinin ihmal edilmesine; Durum 2, dolgu malzemesinin PZT ve dielektrik özelliklerinin korunmasına karşı gelmektedir. Her iki durum için elde edilen sayısal sonuçların karşılaştırılmasından, kalın plakta elektriksel ve mekaniksel alanların karşılıklı etkisinin ele alınan plağın doğal titreşim frekanslarına etkisi belirlenecektir. Sayısal hesaplarda boyutsuz frekans değerleri verilmiştir. Elastik kısım için boyutsuz doğal frekans ifadesi λ ve μ Lame sabitleri olmak üzere $\varpi^2 = \omega^2 \ell_1 \rho^{(1)} / \left(\lambda^{(1)} + 2\mu^{(1)}\right)$ iken piezoelektrik dolgu kısmı için $\varpi^2 = \omega^2 \ell_1 \rho^{(2)} / {c_{44}}^{(2)}$ şeklindedir (Yang, (2005)). Tablo 1'de homojen izotrop malzemeden yapılmış dikdörtgen plak için bazı $\gamma_{31} = \ell_3/\ell_1$ değerlerinde birinci doğal frekans ($\varpi_{cr,I}^2$) değerleri hesaplanmıştır. Tablodaki verilerden γ_{31} oranı arttıkça elde edilen doğal frekans değerlerinin, düzlem şekil değiştirme durumunda elde edilen Akbarov ve Guz, (2000) kaynağındaki uygun değerlere yakınsadığı görülmektedir. Bu sonuçlara dayanarak, dinamik analize ait tarafımızdan yapılan algoritma ve programlardan bulunan sonuçlara güven sağlanmaktadır.

Tablo 1. Homojen izotrop ($E_2/E_1 = 1$) dikdörtgen plakta $h/\ell_1 = 0.1$ için farklı $\gamma_{31} = \ell_3/\ell_1$ parametre değerlerinde boyutsuz ilk doğal frekans değerleri ($\varpi_{cr,I}^2$).

γ_{31}	1	2	3	4	6	Akbarov ve Guz, (2000)
$\varpi_{cr,I}^2$	0.23	0.09	0.08	0.07	0.06	0.06

Çözüm için ele alınan sonlu eleman ağının hassasiyetini test etmek için Tablo 2 (a-b-c) hesaplanmıştır. Tablo 2 (a-b-c)'de sırasıyla Ox_1, Ox_2 ve Ox_3 eksenleri boyunca sonlu eleman sayıları olan N_1, N_2 ve N_3 değişimlerinde ilk doğal frekans değerleri $h/\ell_1 = 0.1$ ve $\gamma_{31} = \ell_3/\ell_1 = 1$ durumunda homojen izotrop malzeme için hesaplanmıştır.

Tablo 2. Homojen izotrop dikdörtgen plakta sırasıyla Ox_1, Ox_2 ve Ox_3 eksenleri boyunca sonlu eleman sayıları olan N_1, N_2 ve N_3 değişimlerinin ilk doğal frekans değerlerine etkisi.

(a) N_1 değişimi ($N_2 = 16$ ve $N_3 = 20$)

N_1	5	8	10	15	18	20	22	25
ϖ^2	0.2428	0.2287	0.2253	0.2220	0.2211	0.2208	0.2208	0.2208

(b) N_2 değişimi ($N_1 = 20$ and $N_3 = 20$)

N_2	10	12	14	16	18
ϖ^2	0.2213	0.2210	0.2209	0.2208	0.2208

(c) N_3 değişimi ($N_1 = 20$ and $N_2 = 16$)

N_3	6	8	10	16	18	20	26
ϖ^2	0.2794	0.2512	0.2383	0.2241	0.2215	0.2208	0.2208

Tablo 2(a-b-c)'deki sayısal sonuçlardan doğal frekans değerlerinin N_1, N_2 ve N_3 parametre değerleri arttıkça azaldığı ve belli bir limit değere yaklaşıp sabit kaldığı görülmektedir. Bu sonuçlar, sayısal çözümü belirlemek için kullanılan ağ hassasiyetinin güvenilirliğini doğrulamaktadır. Bu nedenle, sayısal hesaplamalar için $N_1 = 20$, $N_2 = 16$ ve $N_3 = 20$ değerleri kullanılmıştır. Dolayısıyla SEY modellemesi için toplam 6400 dikdörtgen prizmatik sonlu eleman, 7497 düğüm ve 27591 NDOF kullanılmıştır.

Tablolardaki sayısal sonuçlar, her iki durum için Durum 2'nin değerleri kesir payında ve Durum 1'in değerleri kesir paydasında olacak şekilde 10^{-4} hassasiyette incelenmiştir. Tablo 3'de Al plak içerisinde farklı PZT malzemelerden $(BaTiO_3,\ PZT-5H, PZT-4)$ yapılmış dikdörtgen prizmatik dolgunun hacminin değişiminin (V_d/V) farklı polarizasyon yönleri için doğal frekanslarına etkisi $h/\ell_1 = 0.1$, $\ell_3/\ell_1 = 1$, $h_U/\ell_1 = h_A/\ell_1 = 5h/16\ell_1$, $h_O/\ell_1 = 6h/16\ell_1$ parametre değerlerinde incelenmiştir. Tabloda verilen V_d PZT dolgunun hacmini, V ise tüm plağın hacmini göstermektedir. V_d/V oranının artması plak içerisindeki dolgunun hacminin artmasını temsil etmektedir. Buna göre V_d/V oranı arttıkça, doğal frekans değerleri artmaktadır. Dolgu malzemesi değiştikçe doğal frekansların değerleri de değişmektedir. Farklı PZT dolgu malzemelerinde tüm polarizasyon yönlerinde her iki durumda doğal frekans değerleri için

$$\boldsymbol{\varpi^2}(\mathrm{BaTiO_3}) > \boldsymbol{\varpi^2}(\mathbf{PZT-4}) > \boldsymbol{\varpi^2}(\mathbf{PZT-5H})$$

formülü yazılabilir. Durum 2 için elde edilen doğal frekans değerleri Durum 1 için elde edilen doğal frekans değerlerinden büyük kalmaktadır. Bu iki durum arasındaki fark, her bir PZT dolgu malzemesi için Ox_2 polarizasyon yönünde maksimumdur. Her bir polarizasyon yönü için iki durum arasındaki fark dolgu malzemesi $BaTiO_3$ seçildiğinde minimum olmaktadır.

Tablo 3. V_d/V değişiminin (farklı PZT Dolgu/Al Matris içeren plak için) farklı polarizasyon yönlerinde 1. doğal frekans değerlerine etkisi.

Polarizasyon Yönü	Dolgu Malzemesi	$V_d/V\ (10^{-2})$				
		3.75	**7.50**	**11.25**	**15.00**	**18.75**
Ox_1 ekseni	$BaTiO_3$	**0.2396** **0.2395**	**0.2603** **0.2602**	**0.2823** **0.2822**	**0.3045** **0.3044**	**0.3254** **0.3252**
	PZT-4	**0.2387** **0.2386**	**0.2583** **0.2582**	**0.2791** **0.2790**	**0.2999** **0.2997**	**0.3191** **0.3187**
	PZT-5H	**0.2381** **0.2380**	**0.2572** **0.2570**	**0.2773** **0.2771**	**0.2973** **0.2971**	**0.3158** **0.3154**
Ox_2 ekseni	$BaTiO_3$	**0.2400** **0.2395**	**0.2612** **0.2603**	**0.2837** **0.2823**	**0.3065** **0.3045**	**0.3279** **0.3253**
	PZT-4	**0.2396** **0.2384**	**0.2604** **0.2579**	**0.2825** **0.2785**	**0.3046** **0.2991**	**0.3253** **0.3180**
	PZT-5H	**0.2390** **0.2378**	**0.2591** **0.2565**	**0.2804** **0.2764**	**0.3018** **0.2961**	**0.3215** **0.3141**
Ox_3 ekseni	$BaTiO_3$	**0.2397** **0.2395**	**0.2605** **0.2603**	**0.2826** **0.2823**	**0.3050** **0.3045**	**0.3259** **0.3254**
	PZT-4	**0.2387** **0.2383**	**0.2585** **0.2578**	**0.2794** **0.2783**	**0.3004** **02989.**	**0.3198** **0.3178**
	PZT-5H	**0.2383** **0.2380**	**0.2577** **0.2570**	**0.2781** **0.2770**	**0.2985** **0.2970**	**0.3172** **0.3153**

Tablo 4. h_U/ℓ_1 değişiminin (farklı PZT Dolgu/Al Matris içeren plakta) Ox_2 polarizasyon yönünde 1. doğal frekans değerlerine etkisi.

Dolgu Malzemesi	h_U/ℓ_1			
	$5h/16\ell_1$	$4h/16\ell_1$	$3h/16\ell_1$	$2h/16\ell_1$
PZT-5H	**0.3215** **0.3141**	0.3224 0.3135	0.3252 0.3118	0.3298 0.3089
PZT-4	**0.3253** **0.3180**	0.3269 0.3185	0.3318 0.3200	0.3398 0.3224
$BaTiO_3$	**0.3279** **0.3253**	0.3295 0.3265	0.3344 0.3302	0.3425 0.3363

Tablo 4'de Ox_2 polarizasyon yönünde, Al matris malzemesinden oluşan plakta farklı malzemelerden yapılmış PZT dolgunun konumunun önceki konumuna paralel kalacak şekilde, plağın üst yüzeyine yaklaştırılması durumunda, yani h_U/ℓ_1 parametresinin azaltılması durumunda $V_d/V = 0.1875,\ \ h/\ell_1 = 0.1, \ell_3/\ell_1 = 1$ parametre değerlerinde doğal titreşim frekansları incelenmiştir. Tablodaki sonuçlardan dolgu üst yüzeye yaklaştıkça yani h_U/ℓ_1 parametresi azaldıkça doğal titreşim frekansları PZT-5H dolgu malzemesinde Durum 1 için azalırken, diğer tüm durumlarda artmaktadır. Dolayısıyla h_U/ℓ_1 parametresi azaldıkça, iki durum arasındaki en büyük fark, PZT-5H dolgu malzemesi için oluşmaktadır. Tablo 5'de Ox_2 polarizasyon yönünde, farklı malzemelerden yapılmış PZT dolgu içeren Al matris malzemesinden oluşan plakta $V_d/V = 0.1875,\ h/\ell_1 = 0.1,$ $h_U/\ell_1 = h_A/\ell_1 = 5h/16\ell_1, h_O/\ell_1 = 6h/16\ell_1$ parametre değerlerinde ℓ_3/ℓ_1 parametresi değişiminin doğal frekanslarına etkisi incelenmiştir. ℓ_3/ℓ_1 parametresinin değişimi, ele alınan kalın plağın Ox_3 ekseni doğrultusundaki boyutunun değişimini göstermektedir. ℓ_3/ℓ_1 parametresinin değeri büyüdükçe plağın belirtilen eksen doğrultusundaki uzunluğu büyümektedir. buna göre bu parametre değişimi sonucunda düzlem şekil değiştirme ($\ell_3/\ell_1 > 1$) durumlarında elde edilebilecek limit değerlere yaklaşım sağlanabilecektir. Her bir durum için ℓ_3/ℓ_1 değerinin artması ile doğal frekans değerleri düşmekte ve belli bir limit değere yaklaşmaktadır. Bu değerlerden 10^{-4} hassasiyette kalın plağın boyutları arasındaki oranların $\ell_3/\ell_1 \geq 15$ için düzlem şekil değiştirme varsayımını gerçeklediği belirlenmiş olur.

Tablo 5. ℓ_3/ℓ_1 değişiminin (farklı PZT Dolgu/Al Matris içeren plakta) Ox_2 polarizasyon yönünde 1. doğal frekans değerlerine etkisi.

Dolgu Malzemesi	ℓ_3/ℓ_1									
	1	2	3	4	6	10	12	14	15	16
PZT-5H	**0.3215** **0.3141**	0.1332 0.1308	0.1072 0.1054	0.0987 0.0970	0.0928 0.0913	**0.0899** **0.0884**	0.0894 0.0879	0.0891 0.0876	0.0889 0.0875	0.0889 0.0875
PZT-4	**0.3253** **0.3180**	0.1348 0.1325	0.1085 0.1067	0.0999 00983	0.0940 0.0925	**0.0910** **0.0896**	0.0905 0.0891	0.0902 0.0889	0.0901 0.0887	0.0901 0.0887
$BaTiO_3$	**0.3279** **0.3253**	0.1359 0.1351	0.1094 0.1088	0.1008 0.1002	0.0948 0.0943	**0.0919** **0.0913**	0.0913 0.0908	0.0910 0.0905	0.0909 0.0904	0.0909 0.0904

Tablo 6 farklı matris malzemesi için farklı PZT dolgu malzemesi içeren plaklarda Ox_2 polarizasyon yönünde $V_d/V = 0.1875$, $h/\ell_1 = 0.1$, $h_U/\ell_1 = h_A/\ell_1 = 5h/16\ell_1$, $h_O/\ell_1 = 6h/16\ell_1$ $\ell_3/\ell_1 = 1$ parametre değerlerinde doğal frekans değerlerini göstermektedir. Tablodaki sonuçlardan *MG* malzemeden oluşan matris malzemesi için boyutsuz doğal frekans değerlerinin diğer matris malzemesi içeren değerlerden büyük kaldığı görülmektedir. Ayrıca diğer matris malzemeleri için aşağıdaki ilişkiler yazılabilir. Eğer PZT dolgunun malzemesi PZT-5H ve $BaTiO_3$ ise her iki durum için, PZT-4 ise, Durum 1 için;

$$\boldsymbol{\varpi^2}(MG) > \boldsymbol{\varpi^2}(\boldsymbol{ST}) > \boldsymbol{\varpi^2}(\boldsymbol{AL})$$

Eğer PZT dolgunun malzemesi PZT-4 ise, Durum 2 için;

$$\boldsymbol{\varpi^2}(MG) > \boldsymbol{\varpi^2}(\boldsymbol{AL}) > \boldsymbol{\varpi^2}(\boldsymbol{ST})$$

Tablo 6. Farklı PZT Dolgu/Farklı Matris içeren plakta Ox_2 polarizasyon yönünde 1. doğal frekans değerleri.

Dolgu Malzemesi	Matris Malzemesi		
	St	Al	Mg
PZT-5H	0.3288 0.3212	0.3215 0.3141	0.3646 0.3541
PZT-4	0.3113 0.3236	0.3253 0.3180	0.3706 0.3605
$BaTiO_3$	0.3332 0.3307	0.3279 0.3253	0.3746 0.3709

Tablo 7. PZT-5H dolgu/Al matris malzemesi içeren plakta tüm polarizasyon yönlerinde ilk 3 doğal frekans değerleri.

Polarizasyon Yönü	1.mod	2.mod	3.mod
$\boldsymbol{Ox_1}$	0.3158 0.3154	1.6731 1.6484	6.1848 6.0055
$\boldsymbol{Ox_2}$	**0.3215** **0.3141**	1.6906 1.6479	6.2586 6.0044
$\boldsymbol{Ox_3}$	0.3172 0.3153	1.6575 1.6531	6.0384 6.0271

Tablo 8. Farklı PZT dolgu/Al matris malzemesi içeren plakta Ox_2 polarizasyon yönünde ilk 3 doğal frekans değerleri.

Dolgu Malzemesi	1.mod	2.mod	3.mod
PZT-5H	**0.3215** **0.3141**	1.6906 1.6479	**6.2586** **6.0044**
PZT-4	**0.3253** **0.3180**	1.7092 1.6661	**6.3448** **6.0864**
$BaTiO_3$	**0.3279** **0.3253**	1.7296 1.7157	**6.4312** **6.3488**

Tablo 7 ve 9'da $V_d/V = 0.1875$, $h/\ell_1 = 0.1$, $h_U/\ell_1 = h_A/\ell_1 = 5h/16\ell_1$, $h_O/\ell_1 = 6h/16\ell_1$ $\ell_3/\ell_1 = 1$ parametre değerlerinde sırasıyla PZT-5H malzemeden yapılmış dolgu içeren Al plakta tüm polarizasyon yönleri için (Tablo 9), Ox_2 polarizasyon yönünde farklı dolgu malzemeleri için (Tablo 10) ilk üç doğal frekans değerleri hesaplanmıştır. Tablo 9'dan Ox_2 polarizasyon yönünde tüm doğal frekans değerleri Durum 2 (Durum 1) için diğer polarizasyon yönlerine göre en büyüktür (küçüktür). Dolayısıyla her bir mod değerinde iki durum arasındaki fark, Ox_2 polarizasyon yönünde maksimumdur. Tablo 10'dan farklı PZT dolgu malzemelerinde Ox_2 polarizasyon yönünde her durumda üç doğal frekans değerleri için

$$\varpi^2(\mathrm{BaTiO_3}) > \varpi^2(\mathrm{PZT}-4) > \varpi^2(\mathrm{PZT}-5\mathrm{H})$$

formülü yazılabilir.

SONUÇLAR

Dikdörtgen prizmatik formda piezoelektrik malzemeden yapılmış dolgu içeren dikdörtgen kalın plağın verilen sınır ve temas koşullarında doğal frekans değerlerine, elektriksel ve mekaniksel alanların karşılıklı etkileşimi ile çeşitli malzeme ve geometrik parametrelerin etkileri araştırılmış ve aşağıda belirtilen sonuçlara ulaşılmıştır.

- Dolgu malzemesinin PZT ve dielektrik özelliklerinin korunması durumunda (Durum 2) elde edilen doğal frekans değerleri, dolgunun PZT ve dielektrik özelliklerinin ihmal edilmesi durumunda (Durum 1) edinilen doğal frekans değerlerinden her zaman büyük kalmaktadır.
- Polarizasyon yönündeki değişim doğal frekans değerlerini etkilemektedir. İki durum arasında en büyük fark Ox_2 polarizasyon yönünde oluşmaktadır.
- Plak içerisinde PZT dolgunun hacim oranı arttıkça, doğal frekans değerleri artmaktadır.
- Dolgu malzemesinin farklı PZT alınması ve farklı matris malzemesi kullanılması doğal frekans değerlerini etkilemektedir.
- Tüm polarizasyon yönlerinde dolgu PZT malzemesinin $BaTiO_3$ (PZT-5H) olması durumunda elde edilen doğal frekans değerleri en büyük (en küçük) olmaktadır.
- Kalın plağın boyutları arasında $\ell_3/\ell_1 \geq 15$ sağlanması durumunda düzlem şekil değiştirme varsayımı gerçekleşmektedir (10^{-4} hassasiyetle çalışıldığında).

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından **FYL-2021-4621** nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Akbarov SD, Guz AN (2000) Mechanics of Curved Composites, Dordrecht, Kluwer.

Askari Farsangi MA, Saidi AR, Batra RC (2013) Analytical solution for free vibration of moderately thick hybrid piezoelectric laminated plates. J Sound Vib 332(22):5981-5998.

Babuscu Yesil U., Yahnioglu N. And Ucan Y., Piezoelektrik prizmatik dolgu içeren dikdörtgen kalın plağın FEM ile elektro-statik analizi (in Turkish), Nigde Omer Halisdemir University Journal of Engineering Sciences, 8:3, 69-81, 2019

Babuscu Yesil U. and Yahnioglu N., Free Vibration of simply supported piezoelectric plates containing a cylindrical cavity, Archive of Applied Mechanics, 92, 2665-2678, 2022.

Dai L, Guo W, Wang X (2006) Stress concentration at an elliptic hole in transversely isotropic piezoelectric solids. Int J Solids Struct 43:1818-1831.

Dai M, Gao CF (2014) Perturbation solution of two arbitrarily-shaped holes in a piezoelectric solid. Int J Mech Sci 88:37-45.

Daşdemir A. A finite element model for a bi-layered piezolelectric plate-strip with initial stresses under a time-harmonic force, Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, 44:362, 2022.

Fesharaki JJ, Golabi S (2017) Effect of stiffness ratio of piezoelectric patches and plate on stress concentration reduction in a plate with a hole. Mech Adv Mater Struct 24(3):253-259.

Gautschi, G. Piezoelectric Sensorics: Force, Strain, Pressure, Acceleration and Acoustic Emission sensors, Materials and Amplifiers, 2002, Springer.

Kamali MT, Shodja HM (2006) Three-dimensional free vibration analysis of multiphase piezocomposite structures. J Eng Mech 132(8):871-881.

Lu P, Williams FW (1997) Green functions of piezoelectric material with an elliptic hole or inclusion. Int. J. Solids Struct 35(7-8):651-664.

Pan E, Heyliger PR (2002) Free vibrations of simply supported and multilayered magneto-electro-elastic plates. J Sound Vib 252(3):429-442.

Pietrzakowski M (2008) Piezoelectric control of composite plate vibration: Effect of electric potential distribution, Composite Struct 86(9):948-954.

Qi H, Fang D, Yao Z (1997) FEM analysis of electro-mechanical coupling effect of piezoelectric materials. Comput Mater Sci 8:283-290.

Sosa H (1991) Plane problems in piezoelectric media with defects. Int J Solids Struct 28: 491–505.

Wang X, Zhou Y, Zhou W (2004) A novel hybrid finite element with a hole for analysis of plane piezoelectric medium with defects. Int J Solids Struct 41:7111-7128.

Tiersten HF (1969) Linear Piezoelectric Plate Vibrations. Plenum, New York.
Yang J (2005) An Introduction to the Theory of Piezoelectricty, Springer.
Zhou ZD, Zhao SX, Kuang ZB (2005) Stress and electric displacements analyses in piezoelectric media with an elliptic hole and a small crack. Int J Solids Struct 42:2803-2822.
Zienkiewicz OC, Taylor RL (1989) Finite Element Methods: Basic Formulation and Linear Problems, Mc Graw-Hill Book Company, Oxford.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Natural convection and entropy generation of nanofluids in a square cavity

Abd el malik Bouchoucha[1](*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1872-523X*), Abdelfettah BOUSSAID[2](*ORCID: https://orcid.org/0000.0002.6859.9983*), Mohamed Walid Azizi[1](*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1066-740X*), Ibtissem Gasmi[3](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8939-1727*.)

[1]Mechanical Engineering and Electromechanical/ Science and Technology Institute / University Center Abdelhafid Boussouf, Mila, Algeria

[2]Institut of Science and applied techniques, Laboratoire d'électrotechnique de Constantine, University Constantine 1

[3]Department of Computer Science, Chadli Bendjedid El Tarf 6 University, Algeria

Corresponding author E-mail: bouchoucha.malik@gmail.com

Abstract

The present paper investigates the entropy generation of nanofluids and pure water in natural convection flow in a square cavity. The left and right vertical walls of the cavity are maintained at a local high temperature T_H (heat source) and a local cold temperature T_C, respectively. The horizontal walls are adiabatic. The governing equations are discretised by using the finite volume method and solved by SIMPLER algorithm. Our computer FORTRAN code is developed and compared with numerical results found in the literature. Results are presented in terms of average and local Nusselt numbers, total entropy generation for a wide range of the Rayleigh number ($10^4 \leq Ra \leq 10^6$), solid volume fraction ($0 \leq \phi \leq 0.20$) of nanoparticles, dimensionless length of heat sources ($0.50 \leq B \leq 1$), and different type of nanofluids. The previous parameters have considerable effects on flow and thermal fields. It is observed that the heat transfer rate is increase with the solid volume fraction, and the maximum total entropy generation occurs at low Rayleigh number for different values of ϕ.

Keywords: Natural convection, Nanofluids, Cavity, Entropy generation.

1. INTRODUCTION

Nano-scale particle added fluids are called as a nanofluid; Choi [1] introduced this technique. Compared with the suspended particles of millimeters or higher, nanofluids have greater stability and rheological properties, higher thermal conductivity and negligible pressure drop. Nanofluids seem to constitute a very interesting alternative for electronic cooling applications, micro-electromechanical systems, process heating/cooling to energy conversion and supply and magnet cooling, etc.

During the several past years, numerical studies of nanofluid free convection in a square cavity were well studied and discussed [2-6]. In particular, Aminossadati and Ghasemi [7] investigated free convection of nanofluid in a square cavity cooled from two vertical and horizontal walls and heated by a constant heat flux on its horizontal bottom wall. It was found that type of nanoparticles and the length and location of the heat source affected significantly the heat source maximum temperature. The same authors studied natural convection in an isosceles triangular enclosure with a heat source located at its bottom wall [8]. Khanafer et al. [9] investigated the heat transfer enhancement in a two-dimensional enclosure using nanofluids for various pertinent parameters. They tested different models for nanofluid density, viscosity, and thermal expansion coefficients. It was found that the suspended nanoparticles substantially increase the heat transfer rate at any given Grashof number. Parvin [10] studied Heat transfer and entropy generation through nanofluid filled direct absorption solar collector and the results revealed that both the mean Nusselt number and entropy generation increase as the volume fraction of Cu nanoparticles and Reynolds number increase. Cheng [11-13] studied a diversity of free convection such as non-Newtonian nanofluids about a vertical truncated cone in a porous medium, where he illustrated that increasing the thermophoresis parameter or the Brownian motion parameter tends to reduce the Nusselt number. Singh et al. [14] provided a study about Entropy generation due to flow and heat transfer in nanofluids, and found that with the presence of a given nanofluid there is an optimum diameter at which Entropy generation is minimum when both

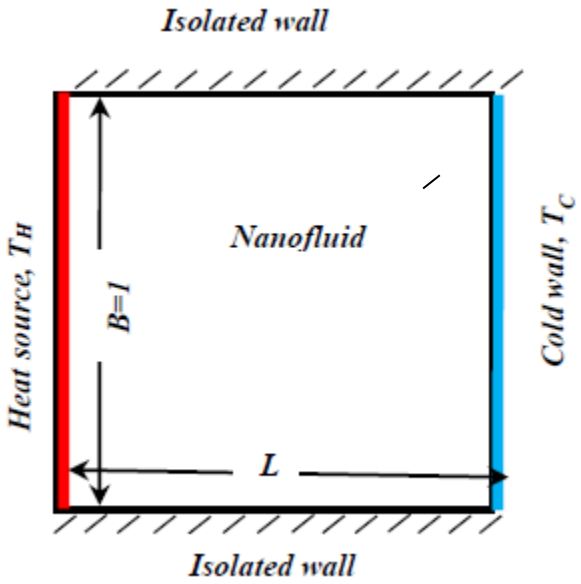
laminar and turbulent flow. Keblinski et al. [15] found that the increase of nanofluids thermal conductivity is due to the Brownian motion of particles, the molecular-level layering of the liquid at the liquid/particle interface, the nature of heat transport in the nanoparticles, and the effect of nanoparticle clustering

The objective of this study is to investigate the steady laminar natural convection in a square cavity filled with nanofluid. The influence of the Rayleigh number, solid volume fraction, type of nanofluids and heat source length on flow and thermal fields and on local and average Nusselt numbers and total entropy generation were studied. This paper is organized as follows. Section 2 presents the geometry and mathematical model. Section 3 discusses the numerical method and code validation. Section 4 presents the results and discussion. Finally, a conclusion is given.

2. Mathematical Formulation

Problem Description

The three configurations considered in this study are shown in figures 1a-c. Each square cavity of dimension L is filled with pure water and nanofluid. The left vertical wall is kept at a local hot temperature T_H, the right vertical wall is maintained at a local cold temperature T_C, and the remaining boundaries are adiabatic. The base fluid (water) used is incompressible, Newtonian fluid that satisfies the Boussinesq hypothesis, and the nanofluids assumed to be incompressible and the flow is laminar. The thermo-physical properties of the nanofluid are constant, except for the variation of density, which is estimated by the Boussinesq hypothesis. The base fluid and spherical solid nanoparticles (Cu, Ag, Al_2O_3 and TiO_2) are in thermal balance. The thermo-physiques properties of the base fluid and nanoparticles are presented in Table 1.



(a) B=1

Fig. 1. schematic diagram of the physical model and boundary conditions.

Here, L is the length of the cavity and B (normalized by L) the dimensionless length heat source: B=1.

Governing Equations

The non-dimensional continuity, momentum and energy equations are written as follows:

$$\frac{\partial U}{\partial X} + \frac{\partial V}{\partial Y} = 0 \qquad (1)$$

$$U\frac{\partial U}{\partial X}+V\frac{\partial U}{\partial Y}=-\frac{\partial P}{\partial X}+\frac{\mu_{nf}}{\rho_{nf}\alpha_f}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial X^2}+\frac{\partial^2 U}{\partial Y^2}\right) \quad (2)$$

$$U\frac{\partial V}{\partial X}+V\frac{\partial V}{\partial Y}=-\frac{\partial P}{\partial Y}+\frac{\mu_{nf}}{\rho_{nf}\alpha_f}\left(\frac{\partial^2 V}{\partial X^2}+\frac{\partial^2 V}{\partial Y^2}\right)+\frac{(\rho\beta)_{n_f}}{\rho_{nf}\beta_{nf}}Ra\,\mathrm{Pr}\,\theta \quad (3)$$

$$U\frac{\partial \theta}{\partial X}+V\frac{\partial \theta}{\partial Y}=\frac{\alpha_{nf}}{\alpha_f}\left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial X^2}+\frac{\partial^2 \theta}{\partial Y^2}\right) \quad (4)$$

The effective density of the nanofluidis given as:

$$\rho_{n_f}=(1-\phi)\rho_f+\phi\rho_p \quad (5)$$

where ϕ is the solid volume fraction of nanoparticles.

The thermal diffusivity of the nanofluid is

$$\alpha_{n_f}=k_{nf}/(\rho Cp)_{nf} \quad (6)$$

where, the heat capacitance of the nanofluid is given by:

$$(\rho Cp)_{n_f}=(1-\phi)\,(\rho Cp)_f+\phi\,(\rho Cp)_p \quad (7)$$

The thermal expansion coefficient of the nanofluid can be determined by

$$(\rho\beta)_{n_f}=(1-\phi)\,(\rho\beta)_f+\phi\,(\rho\beta)_p \quad (8)$$

The effective dynamic viscosity of the nanofluid given by Brinkman [16] is:

$$\mu_{nf}=\frac{\mu_f}{(1-\phi)^{2.5}} \quad (9)$$

In Equation (2), k_{nf} is the thermal conductivity of the nanofluid, which for spherical nanoparticles, according to Maxwell [17] is:

$$k_{nf}=\left[\frac{(k_p+2k_f)-2\phi(k_f-k_p)}{(k_p+2k_f)-\phi(k_f-k_p)}\right] \quad (10)$$

where Ra and Pr are the Rayleigh and Prandtl numbers defined as:

$$Ra=\frac{g\beta_f L^3(T_H-T_C)}{\nu_f\alpha_f}$$

$$Pr=\frac{\nu_f}{\alpha_f}$$

The entropy generation equation (Eq.11) includes two terms that quantify the irreversibility:

- A first term reflects the heat transfer.
- The last term corresponding to the viscous friction.

The local entropy generation (or the entropy generation number) is then:

$$s_{gen}=\frac{k_{nf}}{T_0^2}\left[\left(\frac{\partial T}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial T}{\partial y}\right)^2\right]+\frac{\mu_{nf}}{T_0}\left\{2\left[\left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2+\left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2\right]+\left(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right)^2\right\} \quad (11)$$

Where $T_0=(T_H+T_C)/2$.

By using dimensionless parameters introduced above, the dimensionless local entropy generation (Eq.16), which is called the entropy generation number, becomes:

$$S_{gen} = \frac{k_{nf}}{k_f}\left[\left(\frac{\partial\theta}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial\theta}{\partial y}\right)^2\right] + \phi\left\{2\left[\left(\frac{\partial U}{\partial X}\right)^2 + \left(\frac{\partial V}{\partial Y}\right)^2\right] + \left(\frac{\partial U}{\partial Y} + \frac{\partial V}{\partial X}\right)^2\right\} \quad (12)$$

The irreversibility distribution ratio φ, which is defined as:

$$\varphi = \frac{\mu_{nf}\, T_0}{k_f}\left(\frac{\alpha_f}{L(T_H - T_C)}\right)^2 \quad (13)$$

The dimensionless total entropy generation, S_t is obtained by integrating equation (12) in all computational domains, as

$$S_t = \int S_{gen} dV \quad (14)$$

2.3 Boundary Conditions

The dimensionless boundary conditions are:

$$At\ X = 0, 0 \le Y \le 1 : U = V = 0, \quad \frac{\partial\theta}{\partial X} = 0,$$

$$At\ X = 1, 0 \le Y \le 1 : U = V = 0, \quad \theta = 0,$$

$$At\ Y = 0, 0 \le X \le 1 : U = V = 0, \quad \frac{\partial\theta}{\partial Y} = 0,$$

$$At\ Y = 1, 0 \le X \le 1 : U = V = 0, \quad \frac{\partial\theta}{\partial Y} = 0,$$

A long the heat sources, θ=1.

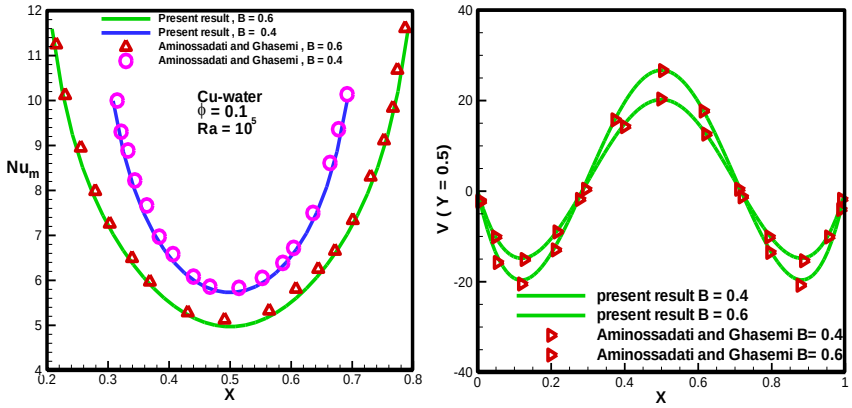
3. Numerical Method and Code validation

The governing equations presented in Equations (1) - (5) along with the boundary conditions were solved by using FORTRAN code, which using a control volume formulation [18].The numerical procedure called SIMPLER [18] was used to handle the pressure-velocity coupling. For treatment of the convection terms in equations (12)-(14), power-law scheme was adopted. The convergence was obtained when the energy balance between the heat source and the cold wall is less than a prescribed accuracy value, i.e., 0.1%.

3.1 Code Validation

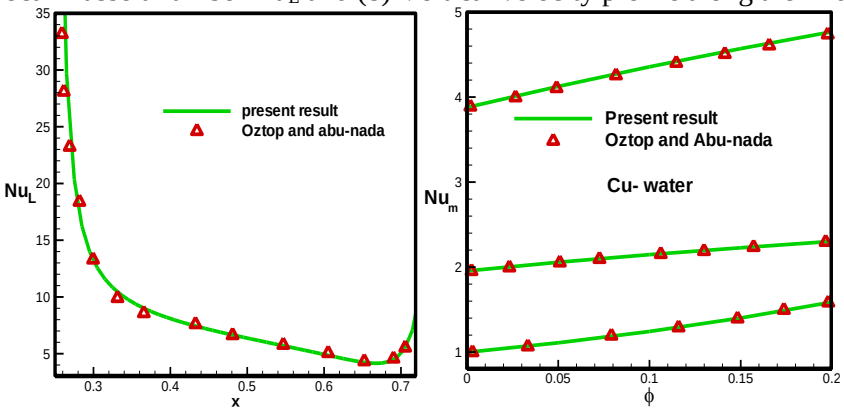
To verify the accuracy of the present numerical study, the numerical code was validated in two steps:**(1)**With the numerical results of Aminossadati and Ghasemi [7] at $Ra=10^5$, ϕ=0 and 0.10 for the local Nusselt number Nu (Fig.2a) and the dimensionless temperature θ_S along the heat source (Fig.2b);

(2) With the work of Oztop and Abou-nada [21] at $Ra=10^5$ and ϕ=0.10 (Cu–water nanofluid) for the vertical velocity profile along the mid-section of the enclosure (Fig.3a) and the average Nusselt number Nu_m with ϕ (Fig.3b). As shown in Figures 2a-b and 3a-b, it is clear that our results are in good agreement with the numerical results of references [7] and [15].



(a) (b)

Fig. 2 Comparison between our results and those of Aminossadati and Ghasemi [7] at $Ra=10^5$, $\phi=0$ and 0.10: (a) Local Nusselt number Nu_L and (b) Vertical velocity profile along the mid-section of the enclosure**.**



(a) (b)

Fig. 3 Comparison between our results and those of Oztop and Abu-nada [8] at $Ra=10^5$ and $\phi=0.10$ (Cu–water nanofluid): (a) local Nusselt number along the heated wall of the enclosure and (b) Average Nusselt number Nu_m with ϕ.

4. Results and Discussion

The steady state results presented in this paper are generated for different parameters: ($10^4 \le Ra \le 10^6$), solid volume fraction of nanoparticles ($0 \le \phi \le 0.10$), dimensionless length of the heat source ($0.50 \le B \le 1$), and the type of nanofluids (Cu, Ag, Al_2O_3 and TiO_2). The study deals with the effects of the Rayleigh number, solid volume fraction, type of nanofluids, and the heat source length position on the flow structure, the components of the velocity, the local and average Nusselt numbers along the heat source, and the total entropy generation.

4.1 Effects of Rayleigh Number and Solid Volume Fraction

Figure 4 represents the variation of the average Nusselt number ratio as a function of the nanoparticles volume fraction and for heat source length B=0.5, for various values of the Rayleigh number. With an increase of Rayleigh number, convective heat transfer and hence Nusselt number increases. It is found that the addition of nanoparticles to a significantly improve in the average Nusselt number. In addition, the effect of the nanoparticles is more significant in the low Rayleigh number than the high Rayleigh number. For ($Ra=10^4$), the average Nusselt number increases in a non-linear way with the increasing of Rayleigh number because the heat transfer is associated to conduction and convection regime effect. For $Ra>10^4$, the average Nusselt number increases linearly with the increase of Rayleigh number, this is justified by the higher buoyancy force effects, and the heat transfer inside the cavity is dominated by convection. In addition, the highest values for Nusselt number are found at $Ra = 10^6$, where a stronger buoyant flow field appears in the enclosure. All figures show that the Nusselt numbers are

starting from the same value. It is worth remarking that, the Rayleigh number values move away, according to the solid volume increasing.

Figure 5 represents the entropy generation variation rate in function of the nanoparticles volume fraction and for a heat source length B=0.5, in addition to various values of the Rayleigh number. We show that the presence of nanoparticles has different effects on the production of entropy. The Enhanced heat transfer due to the presence of nanoparticles increases the temperature gradient and leads to a reduction of the production of entropy. However, the other side, with the increase in the viscosity of nanofluid the friction losses is increasing and leads to increasing the production of entropy. The entropy generation due to heat transfer increases by increasing Ra because increasing buoyancy force causes high temperature gradient. Nevertheless, the increase of Ra causes the reduction of entropy generation due to viscous effects. This fact, due to the increase of buoyancy effects which induces the flow intensity consequently causing reduction of viscosity. The effect of Ra in decreasing the total entropy generation, where viscous effects are dominant. The results show that the temperature gradient is the dominant factor in the entropy production, though; the effect of Ra is more considerable in nanofluid case than the base fluid in all the forms of entropy.

4.2 Effect of Nanofluids Type

Figure 6 shows the variation of the average Nusselt number ratio as a function of the nanoparticles volume fraction, for various values of the Rayleigh number. We show that the average Nusselt number ratio increases almost monotonically with increasing concentration for all nanofluids, and this increase is negligible for small values of the Rayleigh number Ra (the natural convection mode). For higher values of the Rayleigh number ($Ra=10^5$), we find the increase in the average Nusselt number ratio with the augmentation of the nanoparticles volume fraction, and this is justified by the increased heat transfer mode by convection. Also, we see that the average Nusselt ratio decreases as a function of the nanoparticle type (Ag, Cu, Al_2O_3, TiO_2) and the lowest value of the average Nusselt ratio was obtained for TiO_2 nanoparticles, this can be justified by the effect of the heat transfer mode by conduction and their low thermal conductivity compared to the other type of nanoparticle. However, the difference between the values of the average Nusselt ratio of Ag and Cu is negligible; this is due to the thermal conductivity effect of the nanoparticle type as it has shown in table (1). In addition, we show that the average Nusselt number of the Ag and Cu nanoparticle are similar. We conclude that the highest value of the average Nusselt ratio is obtained for the type Ag nanoparticle.

Figure 7 represents the variation of total entropy generation in function of the nanoparticles volume fraction for various Rayleigh numbers, corresponding to a length of heat source imposed on the left wall of the cavity B=0.5. We show that the entropy generation value decreases depending on the types of nanoparticle (Ag, Cu, Al_2O_3 and TiO_2) respectively. The entropy generation rate is always lower than the unit. Also, one can notice that, the increase in Rayleigh number corresponds to a reduction of entropy generation rate due to viscous effects; this is due to the effect of high heat transfer, and the higher temperature gradient. We conclude that the nanoparticle presence plays a very important role in the entropy generation reduction. Where, these nanoparticles cause better heat transfer from the heater to the cold wall, which specifically generates smoother temperature distribution within the cavity and leads to the decrease in the total entropy generation.

Table 3. Different models of the Thermal conductivity and dynamic viscosity

Models	Thermal conductivity	Dynamic viscosity
Model 1	Singh et al. [14] $k_{nf} = k_f(1+4\phi)$	Brinkman [34] $\mu_{nf} = \frac{\mu_f}{(1-\phi)^{2.5}}$
Model 2	Yu–Choi [35] $k_{nf} = \frac{k_p + 2k_f + 2(k_p - k_f)(1+\gamma)^3\phi}{k_p + 2k_f - 2(k_p - k_f)(1+\gamma)^3\phi} k_p$	Brinkman [34] $\mu_{nf} = \frac{\mu_f}{(1-\phi)^{2.5}}$
Model 3	Bruggeman [36] $\frac{k_{nf}}{k_f} = \frac{(3\phi-1)\frac{k_p}{k_f} + 2k_f + (3(1-\phi)-1) + \sqrt{\Delta}}{4}$ $\Delta = [(3\phi-1)]\frac{k_p}{k_f} + [3(1-\phi)-1]^2 + 8\frac{k_p}{k_f}$	Maiga et al. [38] $\mu_{nf} = 123(\phi^2 + 7.3\phi + 1) + \mu_f$
Model 4	Hamilton–Crosser [37] $k_{nf} = \frac{k_p + (n-1)k_f + (n-1)\phi(k_p - k_f)}{k_p + (n-1)k_f + \phi(k_p - k_f)}$	Maiga et al. [38] $\mu_{nf} = 123(\phi^2 + 7.3\phi + 1) + \mu_f$
Model 5	Yu–Choi [35] $k_{nf} = \frac{k_p + 2k_f + 2(k_p - k_f)(1+\gamma)^3\phi}{k_p + 2k_f - 2(k_p - k_f)(1+\gamma)^3\phi} k_p$	Maiga et al. [38] $\mu_{nf} = 123(\phi^2 + 7.3\phi + 1) + \mu_f$

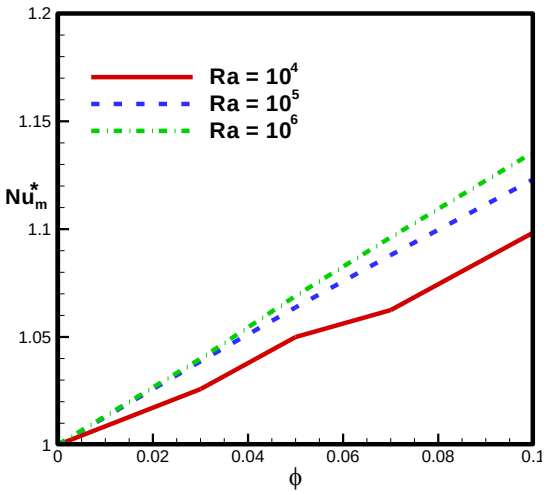


Fig.4 Variation of average Nusselt number ratio with solid volume fractionϕ at various Rayleigh numbers and dimensionless heat source lengths B=0.5.

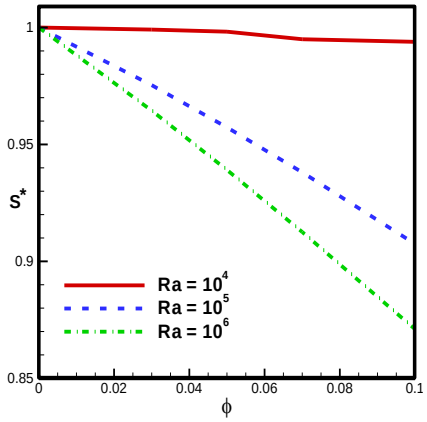


Fig.5 Variation of total entropy generation ratio with solid volume fraction at various Rayleigh numbers and dimensionless heat source lengths B=0.5.

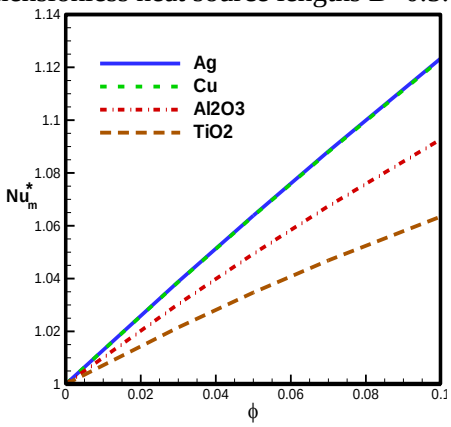


Fig.6 Variation of average Nusselt number ratio with solid volume fraction$\phi$for dimensionless heat source lengths B =0.5 at Ra=$10^5$and various nanofluids.

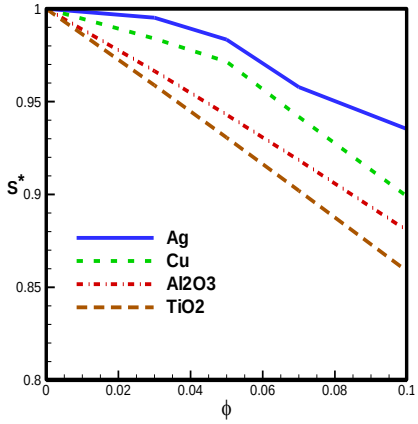


Fig.7 Variation of total entropy generation ratio with solid volume fraction at Ra =10^5 for heat source length B=0.5 and for different nanofluids

Figure 7 represents the variation of total entropy generation in function of the nanoparticles volume fraction for various Rayleigh numbers, corresponding to a length of heat source imposed on the left wall of the cavity B=0.5. We show that the entropy generation value decreases depending on the types of nanoparticle (Ag, Cu, Al_2O_3 and TiO_2) respectively. The entropy generation rate is always lower than the unit. Also, one can notice that, the increase in Rayleigh number corresponds to a reduction of entropy generation rate due to viscous effects; this is due to the effect of high heat transfer, and the higher temperature gradient. We conclude that the nanoparticle presence plays a very important role in the entropy generation reduction. Where, these nanoparticles cause better heat transfer from the heater to the cold wall, which specifically generates smoother temperature distribution within the cavity and leads to the decrease in the total entropy generation.

Figure 8 shows the entropy generation rate variation in function of the volume fraction, for different viscosity and thermal conductivity models in a square cavity (table 3), and Rayleigh numbers 10^5.Entropy generation due to both heat transfer and fluid friction irreversibility. We note that, the entropy generation rate decreases with the increase of the volume fraction for all models, because the increases of heat transfer. In the case of adding nanoparticle in the pure fluid, the nanoparticle have two effect on entropy generation production, the first one, with increasing the viscosity of fluid it conducts to the increase in viscous dissipation, so its outcome in increasing of entropy generation rate. The second one, augmenting the thermal conductivity, enhances the heat transfer and it causes a reduction in the entropy generation because of smaller temperature gradient existence. These two contrasting effects of nanoparticles presence lead to a decrease in entropy generation. One can observe that, all the figures have the same form except the first type. Where, its entropy generation decreases linearly with the increase of the volume fraction for Rayleigh number 10^5. According to table (3) the conductivity value of this model is the lowest among the other models, heat transfer is low compared to the other models that produce a large entropy production. However, the curves of the other types are parabolic and they tend almost to zero because these models have high values of thermal conductivity. Therefore, the heat transfer is greater in comparison to the first model. The type 5 gives a lower entropy generation in comparison to other models too.

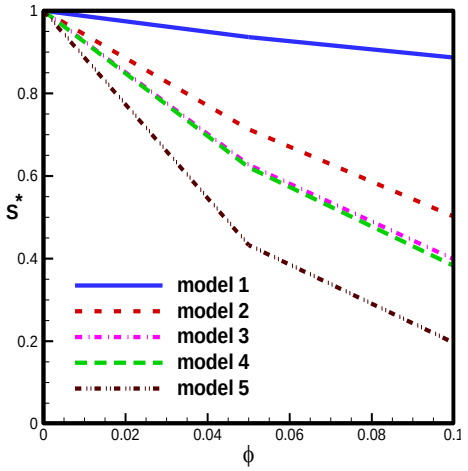


Fig.8 Variation of total entropy generation ratio with solid volume fraction at Rayleigh number ($Ra=10^5$) and heat source length B=1, different viscosity and thermal conductivity types.

5. CONCLUSION

This study has performed a numerical investigation about the natural convection heat transfer performance within an enclosure containing water-based nanofluids. The governing equations were solved using the finite volume method. The results have shown that, for the considered Rayleigh numbers in this study (10^4-10^6) the mean Nusselt number increases and the total entropy generation decreases with an increasing volume fraction of nanoparticles. The results also show that, the Cu - water nanofluid gives good performance of heat transfer and a weak total entropy production in the considered nanofluids. In addition to that, the different type of viscosity and thermal conductivity has a big influence on the variation of total entropy generation.

REFERENCES

S.U.S Choi (1995). Enhancing thermal conductivity of fluids with nanoparticles, ASME Fluids Eng.Division 231, 99–105.

Ho, C.J., Chen, M.W., and Li.,Z.W(2008). Numerical Simulation of Natural Convection of Nanofluid in a Square Enclosure: Effects Due to Uncertainties of Viscosity and Thermal Conductivity, International Journal of Heat and Mass Transfer, 51, 4506–4516

Mahmoodi, M., and Sebdani, S.M (2012).Natural Convection in a Square Cavity Containing a Nanofluid and an Adiabatic Square Block at the Center, Superlattices and Microstructures, 52, 261–275.

Jmai, R., Ben-Beya, B., and Lili, T(2013).Heat Transfer and Fluid Flow of Nanofluid-Filled Enclosure with Two Partially Heated Side Walls and Different Nanoparticles, Superlattices and Microstructures .53, 130–154

Tiwari, R.K., and Das,M.K (2007).Heat Transfer Augmentation in a Two-Sided Lid-Driven Differentially Heated Square Cavity Utilizing Nanofluids, International Journal of Heat and Mass Transfer ,50, 2002–2018

Ooi, E.H., and Popov, V(2013). Numerical Study of Influence of Nanoparticle Shape on the Natural Convection in Cu-water Nanofluid, International Journal of Thermal Sciences,65,178-188.

S.M. Aminossadati, B. Ghasemi(2009). Natural Convection Cooling of a Localised Heat Source at the Bottom of a Nanofluid-Filled Enclosure. European Journal of Mechanics B/Fluids 28, 630–640.

Aminossadati, S.M, and Ghasemi, B (2011). Enhanced Natural Convection in an Isosceles Triangular Enclosure Filled with a Nanofluid, Computers and Mathematics with Applications, 61,1739–1753.

K. Khanafer, K. Vafai, M. Lightstone (2009). Buoyancy- Driven Heat Transfer Enhancement in a Two-Dimensional Enclosure Utilizing Nanofluid-Filled. European Journal of Mechanics B/Fluids 28,630–640.

Salma Parvin, Rehena Nasrin,and M.A. Alim (2014). Heat Transfer and Entropy Generation Through Nanofluid Filled Direct Absorption Solar Collector, International Journal of Heat and Mass Transfer 71, 386–395.

Cheng, C.Y (2012).Free Convection of Non-Newtonian Nanofluids About a Vertical Truncated Cone in a Porous Medium, International Communications in Heat and Mass Transfer,39 , 1348–1353.

Cheng, C.Y(2012). Free Convection Boundary Layer Flow Over a Horizontal Cylinder of Elliptic Cross Section in Porous Media Saturated by a Nanofluid, International Communications in Heat and Mass Transfer ,39 , 931–936.

Cheng,C.Y (2012) .Natural Convection Boundary Layer Flow Over a Truncated Cone in a Porous Medium Saturated by a Nanofluid, International Communications in Heat and Mass Transfer ,39, 231–235.

Pawan K. Singh, K.B. Anoop, T. Sundararajan, Sarit K. Das, (2010) Entropy Generation Due to Flow and Heat Transfer in Nanofluids, International Journal of Heat and Mass Transfer 53 ,4757–4767.

Keblinski, S.R.Phillpot, S.U.S Choi (2002). J.A.Eastman. Mechanism of Heat Flow in Suspensions of Nano-sized Particles (Nanofluids). International Journal of Heat and Mass Transfer 45,855-863.

H. Saleh, R. Roslan, I. Hashim (2002). Natural Convection Heat Transfer in a Nanofluid-filled Trapezoidal Enclosure. International Journal of Heat and Mass Transfer 45,855-863.

Patankar, S.V (1980). Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, McGraw-Hill, New York

H.C. Brinkman (1952). The Viscosity of Concentrated Suspensions and Solution, J. Chem. Phys.20, 571-581.

J. Maxwell (1904). A Treatise on Electricity and Magnetism, second ed. Oxford University Press, Cambridge, UK.

W. Yu, S.U.S. Choi (2003), The role of interfacial layers in the enhanced thermal of nanofluids: a renovated Maxwell model, J. Nanopart. Res. 5 (1–2) ,167–171

D.A.G. Bruggeman (1935), Berechnung verschiedener physikalischer konstanten von heterogenen substanzen, I. Dielektrizitatskonstanten und leitfahigkeiten dermischkorper aus isotropen substanzen, Ann. Phys. Leipzig 24 ,636–679

R.L. Hamilton, O.K. Crosser (1962), Thermal conductivity of heterogeneous two component systems, I&EC Fundam. 1 ,182–191.

S. Maiga, S.J. Palm, C.T. Nguyen, G. Roy, N. Galanis (2005), Heat transfer enhancement by using nanofluids in forced convection flows, Int. J. Heat Fluid

➢ *ORAL PRESENTATION*

Mavi çemen otu (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.)'nun kullanım alanları

Hazım Serkan Tenikecier[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1866-410X), Emrullah Culpan[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0702-7121), Ertan Ateş[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3048-497X)

[1]Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: ertan_ates@hotmail.com

Özet

Mavi çemen otu *Fabales* takımının, baklagiller (*Fabaceae*) familyasının, kelebek çiçekliler (*Faboideae*) alt familyası, *Trifolieae* oymağı, *Trigonellinae* alt oymağının *Trigonella* L. cinsinin *Trifoliastrum* altcinsinde yer almaktadır. Bu cins içerisindeki yaklaşık 135 türden sadece biri Avustralya'da yetişmektedir. Diğer türler Asya'nın batısı, Akdeniz bölgesi, Kuzey ve Güney Afrika ile güney Avrupa'nın kurak alanlarında yayılış göstermektedirler. Mavi çemen otunun birincil orijin merkezi ise Türkiye'nin Trakya yöresi, Balkan ülkeleri, Akdeniz bölgesi, Kafkaslar ile orta, güney ve doğu Avrupa'dır. Bitki Linnaeus (1753) tarafından ilk olarak *Trifolium caeruleum* L. olarak isimlendirilmiştir. Mavi taş yoncası (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.) olarak ta bilinen mavi çemen otu, morfolojik olarak *Trigonella* L. cinsinde yer alan birçok türden farklılık göstermektedir. Yetiştiriciliği yapılan ve buy otu, boyotu, pıtlan otu veya pıltan otu olarak bilinen çemen (*T. foenum-graecum* L.)'den farklı olarak Balkan ülkeleri ile Trakya'da "Poy" olarak isimlendirilen tür mavi çemen otudur. Bulgaristan'da Siminduh (сминдух), Gürcistan ve Kafkasya'da ise Utskho süneli (უცხო სუნელი) isimleri ile bilinmektedir. Farklı ülkelerde de Blue-white trigonella, Blue melilot, Blue-white clover ve Curd herb olarak isimlendirilmektedir. Günümüzde tescilli çeşidi bulunmayan mavi çemen otu, çiçeklenme döneminde doğadan toplanıp gölgede kurutulduktan sonra elde edilen kuru herbası öğütülerek baharat olarak kullanılmaktadır. Kuru herba % 0.09-0.11 (w/w) uçucu yağ içermektedir. Ayrıca otlatılarak, silaj ve nektar kaynağı şeklinde de değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel özellikler, mavi çemen otu, *Trigonella caerulea* (L.) Ser., yararlanma

Usage areas of blue fenugreek (*Trigonella caerulea* (L.) Ser.)

Abstract

Blue Fenugreek is in the subgenera *Trifoliastrum* of genus *Trigonella* L., *Fabales* order, legumes (*Fabaceae*) family, butterfly-flowered (*Faboideae*) subfamily, *Trifolieae* tribe, *Trigonellinae* sub-tribe. Only one of the approximately 135 species in this genus grows in Australia. Other species are distributed in the arid areas of western Asia, the Mediterranean region, northern and southern Africa and southern Europe. The primary origin of blue fenugreek is the Thrace region of Turkey, the Balkan countries, the Mediterranean region, the Caucasus and central, southern and eastern Europe. The plant was first named *Trifolium caeruleum* L. by Linnaeus (1753). Blue fenugreek, also known as blue melilot (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.), differs morphologically from many species in the *Trigonella* L. genus. Unlike the fenugreek (*T. foenum-graecum* L.), which is cultivated and known as 'buy' grass, 'boyotu', 'pıtlan' grass or 'pıltan' grass, it is a kind of blue fenugreek known as 'Poy' in the Balkan countries and Thrace. It is known as Siminduh (сминдух) in Bulgaria and Utskho sunnel (უცხო სუნელი) in Georgia and the Caucasus. It is also called blue-white trigonella, blue melilot, blue-white clover and curd herb in different countries. Blue fenugreek, which does not have a registered variety today, is used as a spice by grinding the dried herb obtained after being collected from nature during the flowering period and dried in the shade. The dry herb of blue fenugreek includes from 0.09% to 0.11% (w/w) essential oil. It is also used as a grazing, silage and nectar source.

Keywords: Blue fenugreek, morphological characters, *Trigonella caerulea* (L.) Ser., utilization

GİRİŞ

Mavi çemen otu *Fabales* takımının, baklagiller (*Fabaceae*) familyasının, kelebek çiçekliler (*Faboideae*) alt familyası, *Trifolieae* oymağı, *Trigonellinae* alt oymağının *Trigonella* L. cinsinin *Trifoliastrum* alt cinsinde yer almaktadır. Bu cins içerisindeki yaklaşık 135 türden sadece biri Avustralya'da yetişmektedir. Diğer türler Asya'nın batısı, Akdeniz bölgesi, Kuzey ve Güney Afrika ile güney Avrupa'nın kurak alanlarında yayılış göstermektedirler (Akan ve ark., 2020). Mavi çemen otunun birincil orijin merkezi ise Türkiye, Balkan ülkeleri, Akdeniz bölgesi, Kafkaslar ile orta, güney ve doğu Avrupa'dır (Ates, 2011; 2016, Arslan ve ark., 2016). Bitki Linnaeus (1753) tarafından ilk olarak *Trifolium caeruleum* L. olarak isimlendirilmiştir. Mavi taş yoncası (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.) olarak ta bilinen (Ates, 2011; 2015, 2016; Ateş ve Seren, 2020; Tenikecier ve Ates, 2020; Fedosiy ve ark., 2022) mavi çemen otu, morfolojik olarak *Trigonella* L. cinsinde yer alan birçok türden bazı morfolojik özellikleri ile ayrılmaktadır (Ates, 2015). Dünyadaki farklı ülkelerde Blue-white trigonella, Blue melilot, Blue-white clover ve Curd herb olarak isimlendirilirken, Bulgaristan'da Siminduh (сминдух), Gürcistan ve Kafkasya'da ise tuzlu baharat karışımı Utskho süneli (უცხო სუნელი) isimleri ile bilinmektedir (Rodov ve ark., 2010).

Mavi çemen otu kültüre alınmamış olup günümüzde *birincil olarak*, doğadan toplanarak/biçilerek elde edilen herba şeklinde veya gölgede kurutulduktan sonra elde edilen kuru herba öğütülerek tıbbi ve aromatik bitki olarak kullanılmaktadır (Arslan ve ark., 2016). *Diğer kullanım alanları* ise, özellikle Balkan ülkeleri ile güney doğu Avrupa'daki yoğun bulunduğu doğal çayır-mera alanlarında hayvanlara otlatılarak veya biçilerek silaj yapımında yem bitkisi şeklinde değerlendirildiği gibi kültüre alınması sonrasında toprak ıslah edici özelliğinden de yararlanılabilecektir. Bu makale, kullanım alanları fazla bilinmeyen mavi çemen otunun önemini vurgulamak amacıyla hazırlanmıştır.

MAVİ ÇEMEN OTUNUN ADAPTASYONU VE BİTKİSEL ÖZELLİKLERİ

Mavi çemen otu tek yıllık, serin ve ılıman mevsim bitkisi olup 2n=16 kromozoma sahiptir (Badrzadeh ve Ghafarzadeh-namazi, 2009). Kış sıcaklığı -10 °C'nin altına düşmeyen ve yıllık yağışı 450-1200 mm olan yerlerde sulama yapılmadan kışlık olarak başarılı bir şekilde yetişebilmektedir. Toprak isteği bakımından fazla seçici olmayan mavi çemen otu derin, drenajı iyi, kireç ve fosforca zengin, pH değeri 6-8 olan topraklarda iyi yetişir (Ates, 2011).

Bitki merkezi bir kazık köke sahiptir. Yaklaşık 50-100 cm derine inen bu merkezi kazık kök üzerinde bulunan yan kökler fazla uzamazlar. Çok sayıda nodozite (yumrucuk) yan kökler üzerinde oluşur. Otsu yapıdaki sap üzerinde 1-5 adet dal bulunmakta ve çapı 3-6 mm'dir. Dik olarak gelişen sap tüysüz olup 10-125 cm boylanabilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Dik gelişen mavi çemen otu (Orijinal)

Sapın enine kesiti yuvarlağa yakın ve içi boştur. Sap üzerinde alternatif olarak dizilen yapraklar üçlü yaprak formundadır. Yaprak sapı 0.5-9 cm uzunluktadır. Yaprak sapının gövdeye birleştiği yerde mızrağımsı şekilde 0.3-1 cm uzunlukta kulakçıklar bulunmaktadır. Yumurtamsı-geniş eliptik şekilde olan ve dibe doğru kama şeklini alan

yaprakçıklar sapçıklarla yaprak sapına bağlanırlar. Yanlardaki iki yaprakçıktan daha iri olan orta yaprakçığın sapçığı daha uzun, boyu 2-5 cm, eni ise 0.5-4 cm'dir (Şekil 2). Yapraklar yoncaya benzerse de tüm yaprakçıkların kenarlarının tamamen dişli olmasıyla yoncadan ve çemenden ayrılır. Ana sap üzerindeki yaprakların sayısı 15-24 adet arasında değişmektedir (Ateş, 2012).



Şekil 2. Mavi çemen otu yaprağı (Orijinal)

Generatif döneme geçişle sürgün ucunda gelişen mavi, süt mavi, morumsu mavi ve mor renkli çiçekler, yaprak koltuğundan çıkan 1-8 cm uzunluğundaki saplar üzerinde, erken devrede kömeç görünümlüdür (Şekil 3). Döllenmeden sonra bu kömeç form salkım görünümünü almaktadır. Salkımdaki çiçek sayısı 10-85 arasında değişmektedir. Kışlık ekimde çiçeklenme gün sayısı 180-220 gün, yazlık ekimde ise 80-120 gün arasında değişmektedir. Tipik baklagil çiçeği olan çiçeklerde corolla 5-6 mm, calyx 3 mm uzunluktadır. Oblong şeklinde olan yumurtalıkta 1-7 yumurta bulunur. Kendine döllenmeden sonra oluşan sert yapılı meyve yumurtamsı şekilde ve uç kısmında 1-2 mm uzunluğunda kılçık benzeri bir çıkıntıya sahiptir. Meyvelerin içerisinde genellikle 1-2 tohum bulunur (Shu, 2010; Şekil 4). Sert tohumluluk oranı (% 85-98) oldukça yüksek olan donuk sarı ve sarımsı kahverengi olan tohumların bin tane ağırlığı 1.8-2.3 g arasında değişir (Ateş, 2012).



Şekil 3. Mavi çemen otu çiçek kömeci (Orijinal)



Şekil 4. Mavi çemen otu tohumları (Orijinal)

EKİM VE BAKIM

Sürülmüş, ikinci derece toprak işleme aletleriyle ufalanmış, bastırılmış, yabancı otsuz, yeterli nem ve bitki besin elementlerine sahip topraklara ekim, bölgenin iklim koşullarına göre sonbahar ilk don tarihinden en az bir ay önce yapılmalı (sıcaklığın -10 °C'nin altına düşmediği yerlerde) veya erken ilkbaharda yapılabilir.

Tohumları küçük olduğundan uygun ekim makinesi kullanılarak ekim yapılabilir. Ekim derinliği 1 cm olmalı ve 20-25 cm sıra aralığı bırakılmalıdır. Ekimde 3 kg/da tohumluk yeterlidir (Tenikecier ve Ates, 2020). Mavi çemen otu uygun şekilde ekildiğinde nadiren yatar. Ekimle birlikte 3-5 kg/da azot ve eksikliği görülen topraklarda 5–10 kg/da fosfor verilmelidir. Daha sonra bitkiye azotlu gübreleme yapılması önerilmez. Çıkıştan sonra oluşan fideler oldukça küçük olduğundan (Şekil 5) uygun şekilde yabancı ot mücadelesi yapılmalıdır. Yağış az olduğunda çiçeklenme döneminde yapılacak sulamayla herba veriminde önemli artışlar sağlanır.



Şekil 5. Mavi çemen otunda ekim sonrası çıkış (Orijinal)

KULLANIM ALANLARI

Birincil Kullanım Alanı: Tıbbi ve Aromatik Bitki Olarak

Mavi çemen otu tam çiçeklenme, meyve bağlama veya meyve olgunlaştırma dönemlerinde doğadan toplanarak veya uygun şekilde ekimi yapılan bitkinin güneşli günlerde öğleden sonra biçimi gerçekleştirilerek arzu edilen herba ve uçucu yağ verimi elde edilir. Salkımlardaki tohumlar olgunlaştığı dönemde de hasat edilerek iyi tohum verimi alınır. Bu dönemlerde yapılan hasattan ekim zamanı, iklim ve toprak koşulları ile bakım işlemlerine bağlı olarak mavi çemen otundan 50-400 kg/da kuru herba ile 20-100 kg/da tohum verimi alınabilir.

Herba ve tohumlarından steroidler, flavanoidler ve alkoloidler bakımından ilginç fitokimyasal içerik elde edilebilmektedir (Anonim, 1994). Ayrıca bitkinin tohumlarında diosgenin ($C_{27}H_{42}O_3$) (en az % 0.2) hakim olup farklı miktarlarda çeşitli sterodial saponinler de bulunmaktadır (Skaltsa 2002). Özellikle bu steroidal diosgeninin kaynağı olarak kullanımı için çaba sarf edilen türlerden biridir (Hardman, 1969). Bununla birlikte, tohumları kolin ($C_5H_{14}NO^+$), yarı kristal beyaz saponin, çeşitli sakızlar (gum) ve hayvanlarda laktasyon uyarıcı yağ içermektedir. Bitkinin herba ve tohumları hipoglisemik ve hipokolesterolemik özelliği bilinen trigonellin ($C_7H_7NO_2$) de ihtiva eder (Allen ve Allen, 1981). Kanserin önlenmesi ve tedavisinde kullanılan glikoz, bir deoksi şeker olan ramnoz ($C_6H_{12}O_5$) ile ksiloza ($C_5H_{10}O_5$) farklı bağlanma sıralarında bağlanan furost-5-en-3β,22,26-triol glikoziti de tohumlarından izole edilmiştir (Kogan ve Bogacheva, 1978). Bunun yanında (25S)-spirostadiene, gitogenin ($C_{27}H_{44}O_4$) ve 25S-epimer neogitogenin de izole edilirken (Bogacheva ve ark., 1976); metanol ile ekstraksiyona tabi tutulan mavi çemen otu tohumlarından 3β-(α-L-rhamnopyranosyl) (1→4)-α-L-rhamnopyranosyl-(1→2)-(β-D-glucopyranosyloxy)-22-α-methoxy-25R)-furost-5-en ekstrakt edilmiştir (Bogacheva ve ark., 1977). Bitkinin tohumlarının sterolik kompozisyonu, düşük miktarlarda kolesterol, polinastanol ve Δ^5-avenasterol ile yüksek seviyelerde sitosterol ($C_{29}H_{50}O$), sigmasterol ve 24-metil kolesterol ile karakterize edilir. Düşük miktarlarda da Δ^7-kolesterol, 24-metilen-kolesterol, Δ^7-kampesterol, stigmastanol ($C_{29}H_{52}O$) ve fukosterol ($C_{29}H_{48}O$) tespit edilmiştir (Brenac ve Sauvaire, 1996). Bitkinin çiçeklerinde kemferol ($C_{15}H_{10}O_6$) ve kuersetin ($C_{15}H_{10}O_7$) de bulunmaktadır (Jurzysta ve ark., 1988). İzoflavonoid fitoaleksin içeriği 10:1 oranında medicarpin ($C_{16}H_{14}O_4$) ve maackiain ($C_{16}H_{12}O_5$)'dir. Fenolik bileşik olarak ta bitkide aeskulentin ($C_9H_6O_4$), skopoletin ($C_{10}H_8O_4$) ve kumarin ($C_9H_6O_2$) bulunur. Kumarin içeriği nedeniyle idrar söktürücü, sindirimi kolaylaştırıcı, spazm giderici ve hafif hipnotiktir (Fournier, 1948). Kelebek çiçeklilere özgü olarak kabul edilmekteyse de bu alt familyanın tüm türlerinde bulunmayan azotça zengin, fakat protein olmayan L-(+)-(*S*)-kanavanin ($C_5H_{12}N_4O_3$) sadece *Trifoliae* oymağındaki türler ile mavi çemen otunda bol miktarda bulunmaktadır (Bell ve ark., 1978; Skaltsa 2002). Bitkinin en önemli aromatik bileşikleri ise pirüvik asit ($C_3H_4O_3$), alfa-ketoisokaprok asit ($C_6H_{10}O_3$), alfa-ketoisovalerik asit ($C_5H_8O_3$) ve alfa-ketoglutarik asit ($C_5H_6O_5$)tir (Ates, 2016). Hardman ve Fazli (1972) mavi çemen otunun İsviçre'de fitoterapi amacıyla kullanıldığını belirtmektedir.

Mavi çemen otu Alp bölgesinde, Batı Avrupa, Balkan ülkeleri, Gürcistan başta olmak üzere Kafkaslarda, Trakya yöresi başta olmak üzere ülkemizde, Asya-Avrupa sınırındaki bölgelerin mutfaklarında kullanılan bir bitkidir ve bu bölgelerin dışında nadir kullanılır. Mutfaklarda en fazla yaprakları ve çiçek kömeçleri kullanılmaktadır (Fedosiy ve ark., 2022). Alplerde yapılan bir çavdar ekmeği olan Brotwuerze imalatında en yaygın kullanılan baharattır ve eşsiz tat verir. Bu amaçla herba kıyılarak kısa süreli bir fermantasyon işlemine tabi tutulur, bunun sonucunda çok güçlü eşsiz bir aroma kazanır (Katzer, 2008). Bu fermantasyona uğratılmış kıyılmış herba ekmek hamuruna karıştırılır, bazen de kuru herba öğütülerek ekmek hamuruna karıştırılır. Kuru herba % 0.09-0.11 (w/w) uçucu yağ içermekte ve farklı oranlarda uçucu yağ bileşenlerine sahiptir (Tablo 1).

Bitkinin kıyılmış herbası ve veya kuru herbanın öğütülmesiyle elde edilen tozu baharat şeklinde İsviçre'ye ait ve dünyaca meşhur aromalı yeşil peynirler olan Sapsago, Schabzieger ve Serred Vert imalatının olmazsa olmazıdır (Arslan ve ark., 2016).

Tablo 1. Mavi Çemen Otunun Uçucu Yağ Bileşenleri (Kuru Herba)

No	**Bileşik***	**Bağıl yüzde (%)**
1	2-metil-2-bütenal	0.9
2	dimetil tetradekan	2.2
3	1-okten-3-ol	0.5
4	heptadekan	0.6
5	dodekanal	0.6
6	(*E*,*E*)-2,4-dekadienal	0.6
7	(*E*)-β-damaskenon	1.3
8	(*E*)-geranilaseton	0.9
9	(*E*)-β-iyonon	1.7
10	pentadekanal	1.1
11	Tanımlanamayan Bileşik	1.05
12	hekzahidro-farnesilaseton	15.5
13	3,4-dimetil-5-pentiliden-2(5H)-furanon	1.4
14	metil hekzadekanoat (=metil palmitat)	1.0
15	farnesilaseton	3.0
16	pentakosan	16.8
17	13-hekziloksasiklotridek-10-en-2-on *(=13-hexyloxacyclotridec-10-en-2-one)*	3.0
18	etil linolenat	2.1
19	1-oktadekanol	4.9
20	fitol	20.03
21	heptakosan	4.2
22	miristik asit *(=tetradekanoik asit)*	12.2
	Toplam	**95.58**

* ≥ % 0.5, Bileşenlerin tanımlanması için Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi, bağıl yüzdelerinin belirlenmesi için ise Gaz Kromatografisi yöntemi kullanılmıştır.

Yetiştiriciliği yapılan ve ülkemizde buy otu, boyotu, pıtlan otu veya pıltan otu olarak bilinen çemen (T. *foenum-graecum* L.)'den farklı olarak Balkan ülkeleri ile Trakya'da "Poy" olarak isimlendirilen (Ateş, 2012, Ateş ve Seren, 2020) öğütülmüş mavi çemen otunun kuru herbası baharat şeklinde kullanılmaktadır. Ayrıca çorbalarda ve patateste çeşni olarak, Çin çayında aroma verici olarak yer alır.

Diğer Kullanım Alanları: Yem Bitkisi, Toprak Islah Edici ve Nektar Kaynağı Olarak

Günümüzde özellikle Balkan ülkeleri ile güney doğu Avrupa'daki mavi çemen otunun yoğun bulunduğu doğal çayır-mera alanlarında hayvanlara otlatılarak veya biçilerek silaj yapımında yem bitkisi şeklinde değerlendirilmektedir. Besleme değeri yüksek olan bitki otlatılmadan önce işkembeli hayvanlarda şişme tehlikesini ortadan kaldırmak için ön yemleme yapılmalı veya uygun bir buğdaygil (*Poaceae* sp.) ile karışık ekimi tercih edilmelidir. Kuru otunun aromatik özelliği hayvansal ürünlerin kalitesini bozabileceğinden rasyonda çok az miktarda bulunmalıdır.

Mavi çemen otu yeşil ot üretimi amacıyla tam çiçeklenme döneminde biçilmelidir. Bitkiden bu dönemde 800-1200 kg/da yeşil ot verimi alınabilir. Kuru otunda %17-21 ham protein, %31-45 NDF (nötr deterjanda çözünmeyen lif) ve %28-33.45 ADF (asit deterjanda çözünmeyen lif) bulunmaktadır (Ates, 2015; Ateş ve Seren, 2020; Tenikecier ve Ates, 2020). Otunun potasyum (K), kalsiyum (Ca), fosfor (P) ve magnezyum (Mg) içeriği sırasıyla %2.40-2.55, %1.48-1.56, %0.60-0.68 ve %0.40-0.45 arasında değişmektedir (Tenikecier ve Ates, 2020). Halen yem bitkisi olarak kullanılmak üzere kültüre alınmış ve ıslah edilmiş çeşitleri mevcut olmadığı gibi dünyada bu amaca yönelik bilimsel çalışma sayısı oldukça az olup en fazla araştırmanın ülkemizde gerçekleştirildiği yapılan literatür taraması sonrasında görülebilmektedir.

Bitki tek yıllık diğer baklagil yem bitkileri gibi yeşil gübrelemede de kullanılabilir. Yıllık yağışın 500-600 mm olduğu yerlerde çiçeklenme döneminde sürülerek toprağa gömüldüğünde, toprağın organik maddesini artırdığı gibi köklerinde çok sayıda bulunan yumrucukların yardımıyla sağladığı azotu da toprağı kazandırarak toprak verimliliğini artırır. Ayrıca kısa sürede araziyi terk etmesi nedeniyle ekim nöbeti sistemlerinde tercih edilebilir.

Çiçekleri ve kokusunun cezbediciliği ile çiçeklerinin nektar üretimi de fazla olduğundan arı ziyareti oldukça fazladır. Mavi çemen otu bu özelliğinden dolayı arıcılıkta önem taşıyabilecek bir türdür.

SONUÇ

Mavi çemen otu fazla tanınmamakla birlikte tıbbi ve aromatik bitki olarak yapılacak bilimsel çalışmaların artırılması, kültüre alınma ve çeşit geliştirmeye yönelik araştırmalara başlanması gerekmektedir. Ayrıca, kısa vejetasyon süresine sahip olduğundan ülkemiz kaba yem açığını kapamaya yönelik olarak yapılacak araştırmalar ile ekim nöbeti sistemleri ve arıcılıktaki kullanım olanaklarına yönelik çalışmaların sürdürülmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

Akan H, Ekici M, Aytaç Z 2020. The synopsis of the genus *Trigonella* L. (*Fabaceae*) in Turkey. Turkish Journal of Botany, 44: 670-693.

Allen ON, Allen EK 1981. The *Leguminosae*. Macmillan Co., London.

Anonim 1994. Plants and their constituents, phytochemical dictionary of the *Leguminosae*, Vol. 1, Cherman and Hall, London.

Arslan B, Culpan E, Ateş E 2016. A new alternative species as a medicinal, aromatic and forage crop: blue melilot (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.). Journal of Agricultural Faculty of Uludag University, 30: 392-394.

Ates E 2011. Determination of forage yield and its components in blue melilot (*Melilotus caerulea* (L.) Desr.) grown in the western region of Turkey. Cuban Journal of Agricultural Science, 45: 299-302.

Ates E 2015. Performance of four blue melilot (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.) lines grown at two locations in the Thrace region of Turkey. Range Mgmt. & Agroforestry, 36: 122-127.

Ates E 2016. The effect of different growth stages on some forage quality characters of the leaf and stem in four newly developed genotypes of blue melilot (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.). Greener Journal of Plant Breeding and Crop Science, 4: 87-93.

Ateş E 2012. Mavi taş yoncası (*Melilotus caerulea* (L.). Desr.). Hasad Hayvancılık, 28: 50-51.

Ateş E, Seren OA 2020. Edirne Ekolojik koşullarında mavi taş yoncası (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.)'nın farklı gelişme dönemlerindeki yem verimi ve kalitesinin belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 57:111-117.

Badrzadeh M, Ghafarzadeh-namazi L 2009. *Trigonella caerulea* (*Fabaceae*), an aromatic plant from Ardabil province, Iran. Iran. J. Bot., 15: 82-84.

Bell EA, Lackey JA, Polhill RM 1978. Systematic Significance of Canavanine in the Papilioideae (Faboideae). Biochem. Syst. Ecol., 6: 201-212.

Bogacheva NG, Gorokhova MM, Kudryavtseva VN, Kiselev VP, Kogan LM 1976. Steroid genins of *Trigonella coerulea* seeds. Khim.-Farm. Zh., 10: 78-80.

Bogacheva NG, Gorokhova MM, Kogan LM 1977. 22-Methyl ether of protodioscin from *Trigonella coerulea* seeds. Khim. Prir. Soedin., 3: 421.

Brenac P, Sauvaire Y 1996. Chemotaxonomic value of sterols and steroidal sapogenins in the genus *Trigonella*. Biochem. Syst. Ecol., 24: 157-164.

Fedosiy I, Bobos I, Zavadska O, Komar O, O Tonkha O, Furdyha M, Polishchuk S, M Arak M, Olt J 2022. Research into properties of blue melilot and fenugreek cultivated using different sowing times. Agronomy Research, 20(1): 103-123.

Fournier P 1948. Trigonelle in *Le livre des Plantes médicinales et vénéneuses de France.* P. Lechevalier, III, pp. 494-501.

Hardman R 1969. Pharmaceutical products from plant steroids. Trop. Sci., 11: 196-222.

Hardman R, Fazli FRY 1972. Methods of screening the genus *Trigonella* for steroidal sapogenin. Planta Medica, 21: 131–138.

Jurzysta M, Burda S, Oleszek W, Ploszynski M 1988. The chemotaxonomic significance of laricytrin and medicagenic acid in the tribe *Trigonelleae*. Can. J. Bot., 66: 363-367.

Katzer G 2008. Blue Fenugreek (*Trigonella caerulea* [Desr. ex Lam.] Ser.). Available at: http://gernot-katzers-spice-pages.com/engl/Trig_cae.html [29.11.2022]

Kogan LM, Bogacheva NG 1978. Novel glycoside of furost-5-ene-3*β*,22,26-triol from *Trigonella foenum-graecum* and *Trigonella coerulea*. Khim.-Prir. Soedin., 5: 39.

Rodov V, Vinokur Y, Gogia N, Chkhikvishvili ID 2010. Hydrophilic and lipophilic antioxidant capacities of Georgian spices for meat and their possible health implications. Georgian Medical News, 2 (179): 61-66.

Shu HLB 2010. 163. Trigonella Linnaeus, Sp. Pl. 2: 776.1753. Flora of China, 10: 557-559.

Skaltsa H 2002. Chemical constituents. In: Petropoulos GA (ed), Fenugreek: The genus *Trigonella*. London: Taylor & Francis, pp. 132-161.

Tenikecier HS, Ates E 2020. Determination of seeding rate in the blue melilot (*Melilotus caeruleus* (L.) Desr.) for forage yield and some quality features under subtropical conditions. Turkish Journal of Field Crops, 25: 161-167.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Efficient Distribution of Marketing Budget with Machine Learning and Statistical Models

Miray Endican[1] (ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-9881-7312*)
Fatih Cudi Ünal[2] (ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-8522-8308*)
Yasemin Arıt[3] (ORCID: https://orcid.org/*0000-0003-2949-7383*)
Z. Sude Sarı[4] (ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-0341-6488*)
M. Fatih Akay[5*] (ORCID: https://orcid.org/*0000-0003-0780-0679*)

[1]Inveon, Research and Development Department, Istanbul, Turkey
[2]Inveon, Engineering Department, Istanbul, Turkey
[3]Inveon, Digital Growth Management Department, Istanbul, Turkey
[4]Cukurova University, Department of Computer Engineering, Adana, Turkey
[5]Cukurova University, Department of Computer Engineering, Adana, Turkey

*Corresponding author e-mail: mfakay@cu.edu.tr

Abstract

Budget planning, also known as budgeting, is the financial planning process of companies for their future goals and activities to achieve those goals, which involves all departments. In this study, an analysis module based on machine learning combined with statistical methods was developed and the practical attributes of the brand's conversion rate and sales parameters were calculated for the marketing channels. Then, in accordance with the growth objectives, various predictive results were generated on the efficient distribution of the marketing budget among the active channels. The impact of different marketing channels on conversion rate and sales was calculated using the linear attribution model with Markov chain. It is planned to optimize these sales parameters and make predictions using Hidden Markov Models (HMM). The results of the analysis provides very detailed information on the success of the distribution of the marketing budget currently used by the brand based on conversion rates and sales. In addition, the information obtained is used to propose a new strategy optimized to the growth targets to be determined by the brand and to make a growth forecast.

Keywords: Budgeting, Markov Chain, Hidden Markov Models, Machine Learning, Statistics

INTRODUCTION

The budget is the numerical expression of business revenues and expenses expected for a given period in the future. Budgeting, also known as budgeting, is the financial planning process of companies for their future goals and activities toward those goals, which involves all departments. With budgeting, businesses can access more detailed information about their expenses and revenues and create more appropriate and effective budgets for their needs. Although the budget consists of many items, the most important part is the marketing budget. A marketing budget is a type of budget that describes a company's spending on marketing over a specific period. It is allocated according to the company's economic capacity and estimated return on investment. The marketing budget determines the number of resources devoted to analyzing consumer behavior and developing measures to increase a company's customer base. These actions often focus on improving the brand's image or communicating to potential customers the benefits of the products offered. Marketing plays a fundamental role in sales. Therefore, companies must have a marketing budget that suits their conditions. For this reason, it is necessary to digitize and analyze the budgets of previous periods and the revenues generated. Based on the results of the analysis, the company can decide on which channels and how much to allocate its current budget. This contributes both to the efficient use of the current budget and to the growth targets of the company.

The aim of this study is to develop an analysis module based on machine learning combined with statistical methods to calculate the active attributes of the brand's sales conversion rate and revenue parameters for the

marketing channels, and to produce various prediction results about the efficient distribution of the marketing budget among the active channels with the growth targets.

In recent years, various methods have been used for budget planning in companies. (Nurov and Jumayev, 2022) provided information on industrial enterprises' financial situation, budgeting, and financial planning. They stated that budgeting is done as a part of the operational planning of companies and solves the problem of allocating economic resources. (Salmani and Parvoti, 2021) studied the managerial impact of customer-centric procurement methodology in omnichannel retailing. A new resource allocation metric was proposed to measure the value of each channel structure in a multi-channel company. In addition, the model was validated by applying it in a multi-channel company. The proposed model was tested in a U.S. multi-channel company and feedback from executives confirmed the usefulness of this approach. (Beck et al., 2021) examined existing rich attribution modeling methods and discussed different approaches. The advantages and disadvantages of different data processing approach in the marketplace were also discussed (i.e., aggregate and individual data) and a research agenda for future attribution research was presented. (Maijamaa, 2021) explored the application of Program Budget-Marginal Analysis (PBMA) in other organizations that strategically rely on budget allocations. An appropriate mathematical programming model for the final budget allocation process was introduced and implemented. The adapted PBMA had proven to be a flexible and applicable framework that could be used in all industries. Therefore, it was recommended to other organizations for optimal budget allocation. (Mehta and Singhal, 2020) provided an overview of the different attribution models available in some popular tools such as Adobe Analytics and Google Analytics to associate marketing and advertising activities with multiple channels. In addition, a case scenario was created to show how and why a statistically more robust model such as Markov analysis is better than traditional models. (Nwosu et al., 2020) aimed to demonstrate the importance of budgeting as a tool for planning and control in the manufacturing industry and identify concepts related to efficient analytical processes of budgeting plans for the performance of commercial organizations, stating that this study would serve as a template for managers, entrepreneurs, creditors, and employees to effectively allocate and manage scarce resources through budgeting, accounting, implementing, and controlling performance and efficiency measures of operations. (Poutanen, 2020) primarily conducted a literature review of online marketing, measurement techniques, and attribution modeling models most commonly used in the industry. Markov's Citation Model was selected due to its promising results in other research and ease of implementation with the current data set. The performance of the attribution model was analyzed using a Receiver Operating Characteristic (ROC) curve to evaluate the predictive accuracy of the model. The results of the study showed that the Markov model provided more reliable results for marketing budget allocation than the last-click attribution model commonly used in the industry. Thus, it provides marketing managers with a robust framework to analyze their marketing efforts and more optimally reallocate their marketing budgets. (Banerjee and Bhardwaj, 2019) used analytical models to find optimal sales compensation designs to solve the multichannel attribution problem. The results showed that contracts that include revenue incentives, lead qualification, and sales self-sufficiency leaves a gap between first best and profit caused by budget balance, lead qualification costs, and lack of sales force specialization in marketing. (Wang et al., 2018) described the challenges of multi-channel budget allocation in advertising with a new integrated algorithm based on both Reinforcement Learning (RL) and the Multiple Choice Backpack Problem (MCKP), called Q-MCKP. Some improvements had been proposed, such as a discretization method that discretizes the cost. The reward function of Q-learning was redesigned by considering an additional influence factor between channels. Compared to the leading-edge technology, the experimental results proved to be more effective in two directions. (Berman and Thelen, 2018) explored topics such as analyzing the differences between multichannel and omnichannel marketing and explained how retailers could best transition from multichannel marketing to omnichannel marketing. The findings were based on a systematic review of the literature from academic studies, research-based studies from major consulting firms, and case study reports from effective omnichannel retailers.

This paper is organized as follows: Section 2 provides details on dataset generation. Materials and methodology are given in Section 3. Results and discussion are presented in Section 4. Section 5 concludes the paper.

DATASET GENERATION

The dataset was collected through Google Analytics on a brand-based basis and includes data between December 27, 2019 and April 27, 2020. The attributes of the dataset and their explanations are listed in Table 1.

Table 1. Attributes in the Dataset

Attribute Name	Definition
CustomerId	Costumer identity
Source / Medium	Marketing channels that the customer enters
Page	Page that the user clicks
Hit ID	Date the user clicked on the page
IsCompleted	Informs whether the person has finished his/her shopping (0=not finished, 1=finished)

The channels that have an impact on the marketing budget were selected from those where the contribution to sales can be identified and determined under the following headings.

- Affiliate: It was determined to be the top category of marketing channels for third-party advertising, price comparison, personal website, and file sharing, all of which are budgeted through the spend per interaction account.
- Retargeting: the marketing budget channel reserved for advertisers with whom the customer has already interacted. It has been determined as the upper category of channels that serve the purpose of setting new optimal targets within the customer base.
- Email: the sum of channels that implement advertising via email.
- Sms: the sum of channels that disseminate advertising via mobile text messaging.
- Facebook: the marketing channel that collects all ads served through Facebook and the Instagram application of the same company.
- Ads: the top category where all the marketing channels that do not belong to the above channels are gathered.

MATERIAL AND METHODS

1. Channel Attribution Models

These models, which apply comparative attribute analysis for marketing channels, include various methods used to evaluate the contribution of channel interactions to end-user conversion rates. These methods, which measure the correlation of channel engagement rates with conversion rates, consist of standard contact statistics and more advanced probabilistic models that linearly measure conversion rates with different contact classifications (Mraab, 2011).

Standard attribute models, after ordering the channel interactions in a time-series manner, make channel value assignments by defining the effects of different channels on the conversion result in various ways according to their sequence properties.

2. Markov Chain

Markov chains are a mathematical tool that play an important role in stochastic processes. A Markov chain is a stochastic process satisfying the Markov property. It means that the past and the future are independent when the present is known. This means that if the current state of the process is known, no additional information about their past state is needed to make the best possible prediction of the future. This simplicity allows the number of parameters to be greatly reduced when examining such a process.

Markov chains are used to calculate the probabilities of occurring events by viewing them as transitioning states to other states or transitioning to the same state as before. There are generally two types of Markov chains: discrete-time Markov chains and continuous-time Markov chains. In discrete-time Markov chains, changes occur in certain

situations, and in continuous-time Markov chains, it shows a situation where the changes are continuous (Myers et al., 2017).

3. Hidden Markov Model

HMM has been proposed to increase the usability of Markov chain. Markov chain is applied when probability calculation for an observable event is required. However, mostly direct events cannot be observed and these are called latent states. HMM allows calculating the probability of both observed events and latent states.

Given a set of observations and HMMs, three basic problems need to be solved: training, decoding, and evaluation. The probability of the observation sequence of the initial data is calculated. The optimum (latent) state is then calculated. Finally, the optimum state transition probabilities and observation probabilities are determined (Al Amin et al., 2021).

4. Gaussian Mixture Model

Gaussian Mixture Models (GMMs) are statistical methods used for clustering and density modeling. Mixture models are a type of density model that consists of a set of component functions.

GMMs and HMMs are parametric latent variable models. GMMs are often used when clustering or modeling multimodal data. HMMs are generally used for modeling time series data. Both of these models have similar properties in that the distribution of the data depends on a hidden or hidden random variable. In the case of GMMs, the latent variables are independent and uniformly distributed, while for an HMM the latent variable corresponding to a particular observation depends on the previous hidden variable in the sequence (Adams and Beling, 2019).

RESULTS AND DISCUSSION

After preprocessing the data, the observation sequences to be used for Markov chain and the previously interacted marketing channels were sequentially linked to the observation sequence. The transition matrix created using channel interaction sequences is shown in Table 2.

Table 2: Transition Matrix

	Email	Facebook	Ads	Retargeting	Affiliate	Sms
Email	0.074853	0.014403	0.202586	0.072960	0.022393	0.027124
Facebook	0.014976	0.216128	0.129464	0.025078	0.024634	0.006823
Ads	0.026345	0.011816	0.144179	0.080137	0.025880	0.009285
Retargeting	0.030104	0.010050	0.280562	0.203400	0.021744	0.012915
Affiliate	0.024786	0.020265	0.203651	0.054765	0.119327	0.009379
Sms	0.054004	0.015084	0.182309	0.067412	0.022533	0.052514

The interaction and compliance rates of different channels were determined using the visit flow from the channel transition matrix. In addition, how the overall conversion rates were affected when the channel is not used was calculated for each marketing channel and added as a vector for each channel as loss factors. With this additional information loaded into the Markov chain, the average conversion rates per channel were then calculated in a probabilistic manner. The channel conversion rates calculated by Markov chain are shown in Figure 1.

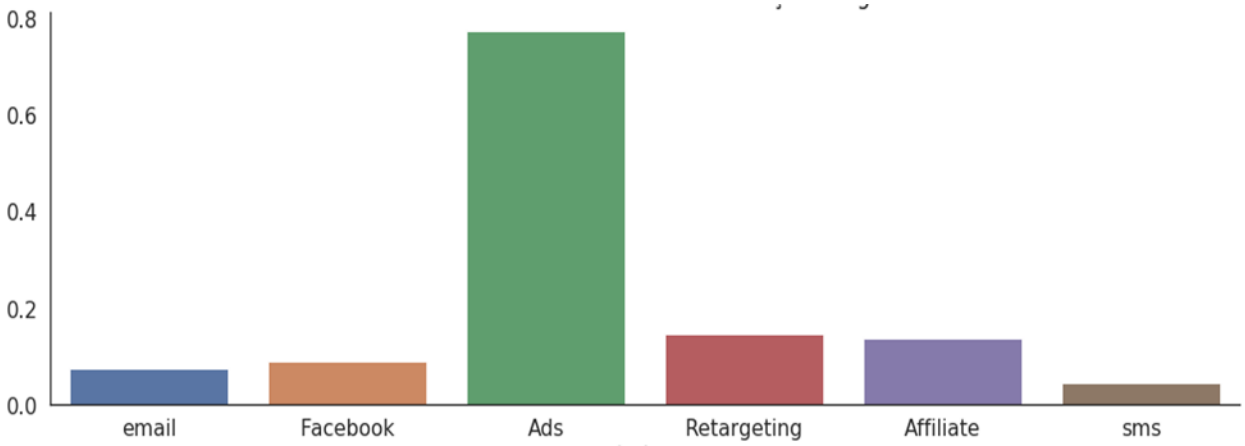


Figure 1: Channel Conversion Rates

HMM was used to separate the observational parameters from the active parameters and to use the effective parameter distributions for the unsupervised training. In this way, the sequences of active parameters were interpreted as hidden layers in the background and evaluated with step functions in a probabilistic way to interpret the observation result. These evaluations led to a grouping of the influencing parameters that would maximize the probabilities of the observation result.

This optimization process, using the maximum likelihood function, is applied with stepwise control algorithms in a structure where the Markov chain and the sequence steps are connected. The Viterbi stepwise algorithm was used for this purpose. The active parameters used in this study were assigned to different hidden layers in the form of 'yes/no' for channel interactions and based on their effects on the conversion results for all sessions. The transition matrix and total gain/loss vectors are also collected from the Markov chain results as described in the previous section. At this point, if the active parameter is the initial vector, it is used as the turnover fraction of the channels shown in Figure 1. Finally, an observation sequence must be presented to the algorithm, and the results are output as a channel sequence and probability value representing the most likely path for that observation sequence. The results of the Viterbi algorithm using the above parameters are shown in Table 3.

Table 3. HMM Viterbi Results

Observation Sequence	Best Path	Probability (%)
[0,1]	[Affiliate, Ads]	33
[0,0,1]	[Affiliate, Retargeting, Ads]	29
[0,0,0,1]	[Affiliate, Retargeting, Facebook, Ads]	25
[0,0,0,1,0,1]	[Affiliate, Retargeting, Facebook, Ads, Retargeting, Ads]	9
[0,0,1,1]	[Affiliate, Retargeting, Ads, Ads]	18

Best-path predicts calculated such that the maximum odds ratio decreases as the length of the predictive sequence increases were used to identify the channels used to increase conversion rates of the sales ratio. The results show that the 'affiliate' channel should be used to generate conversions. If conversion continues, ads for the successful targets should be continued through the 'Ads' channel, and in cases where conversion rates decrease or stagnation is prolonged, a new target should be generated for the customer base through the 'Retargeting' channels.Furthermore, the results show that long-term stagnation in conversion rates can be overcome by supplementing the 'Retargeting' channel with the 'Facebook' channel.

As can be seen, there are aspects in which the HMM is insufficient, and that is the assumption of constancy of the active parameters in the hidden layers. Thanks to this assumption, the algorithm cannot compare the variations in the different factor parameters and always produces the same prediction regardless of the time step. For this reason, the model used is defined as a probabilistic optimization model. For this optimization, hidden Markov models are mixed with different statistical optimization methods and iterative training is performed on the resulting multidimensional plane by combining the distributions of the hidden layers with the maximum likelihood function.

Channel sales rates are then calculated for each channel to increase the extent to which customers interact and time with channel conversion rates from the Markov chain. Thus, the channel engagement dynamics are used for training purposes for the target parameter. The target parameter was set to be the total revenue distribution, which is the result of increasing and decreasing the transformation results by the ratio of the revenue share of the source channel. Thus, while the channel application volume of the effective parameters is evaluated only in the direction of increase, the revenue distribution is processed taking into account the contribution of the channel uses to the transformation result and the loss due to the negative transformation result.

The cumulative conversion distribution with the applied sales share ratio is used to show the different dynamics of the target parameter, which can be considered as a growth parameter. The model used in this phase performs a clustering of the channels based on these dynamics with a Gaussian optimization. The channel dynamics evaluated in this transaction are normalized with respect to the revenue share. The growth curve created by increasing the revenue share of the source channel used in each channel interaction was effectively clustered based on the marketing channels relative to the application volume of the interaction channels. Using the linear mean curve of these clusters, the time dimension normalized to the unit value was also evaluated and the growth effects were calculated. To do this, the slope of the linear mean curves was interpreted as the growth rates of the clusters in the time dimension. The performance metrics of the cluster results are the mean and variance values of the active parameters and the log-likelihood probability value calculated over them and maximized by the GMM algorithm. A user-determined threshold for this likelihood value in the negative scale was used to separate the clusters.The classification results from the experiments with different threshold probability values can be seen in Table 4.

Table 4. Cumulative Channel Interaction and Turnover Ratio Conversion Dynamics

Optimum Threshold	Log-Likelihood Threshold	Precision	Recall	F-Score	Maximum Covariance (aucpr)
-43	-80	0.48	0.56	0.52	0.61
-43	-70	0.55	0.64	0.59	0.60
-43	-60	0.63	0.74	0.68	0.60
-43	-50	0.61	0.89	0.72	0.60
-42	-43	0.60	0.96	0.73	0.59
-41	-42	0.60	0.97	0.74	0.60
0	-41	0.59	1	0.75	0.59

According to the results obtained using the true channel distribution with the most probable channel distribution on the growth distribution, the best classification model has obtained a very useful and constant covariance value of 0.60 in the evaluated threshold range, with a maximum F-score of 0.75 using a maximum log-likelihood value of -45.

CONCLUSION

The analysis conducted in this study establishes associations by assuming that marketing channels are independent based on application. In addition, since the individual channel expenditures cannot be calculated accurately, the proportional revenue share of the channels is used as a weighting parameter. For this reason, erratic applications should be avoided when the company creates the budget allocation strategy. The results of the developed analysis should be updated and renewed at certain intervals, as the channel budget distributions are arranged gradually and the revenue shares change. The channels highlighted in GMM's strategic action plans showed parallelism with the growth rates identified. Therefore, the results obtained by the company in both parts can be effectively used when interpreted together. When applying the results of the best path estimation, the impact of the channels on the growth values change as their volume changes.

As a result, different model results performed in different parts of the study for target analysis provide the opportunity to create and update budget allocation action plans for the control of short and long-term dynamics.

Thus, the algorithm developed within the scope of the study provides support and foresight for budget management by automating the efficient distribution of the marketing budget for growth targets for e-commerce companies.

REFERENCES

Berman, B., Thelen, S. (2018). Planning and implementing an effective omnichannel marketing program. International Journal of Retail & Distribution Management, 46(7), 598-614.

Beck, B. B., Petersen, J. A., Venkatesan, R. (2021). Multichannel Data-Driven Attribution Models: A Review and Research Agenda. Marketing Accountability for Marketing and Non-marketing Outcomes.

Maijamaa, B. (2021). Optimization using Adjusted Program Budget Marginal-Analysis (PBMA) for Decision Making Process and Budget Planning Purposes. Jurnal Aplikasi Manajemen, Ekonomi dan Bisnis, 5(2), 60-68.

Myers, D. S., Wallin, L., & Wikström, P. (2017). An introduction to Markov chains and their applications within finance. MVE220 Financial Risk: Reading Project

MRaab, D. (2011). Marketing attribution beyond the last click. Information Management, 21(3), 27.

Mehta, K., Singhal, E. (2020). Marketing channel attribution modelling: Markov chain analysis. International Journal of Indian Culture and Business Management, 21(1), 63-77.

Nwosu, C. M., Sunday, A. P., & Ezeanyim, O. C. (2020). Multidimensional budgeting concepts and budget control modeling for production systems performance efficiency. International Journal of Engineering and Management Research (IJEMR), 10(4), 200-224.

Al Amin, M. A. R., Shetty, S., Njilla, L., Tosh, D. K., & Kamhoua, C. (2021). Hidden markov model and cyber deception for the prevention of adversarial lateral movement. IEEE Access, 9, 49662-49682.

Nurov, Z. S., Jumayev B. R. (2022). Financial Planning in Industrial Enterprises: Operating Budget. Miasto Przyszłości, 112-115.

Poutanen, R. (2020). Analysis of online advertisement performance using Markov chains (Master's thesis).

Banerjee, S., Bhardwaj, P. (2019). Aligning marketing and sales in multi-channel marketing: Compensation design for online lead generation and offline sales conversion. Journal of Business Research, 105, 293-305.

Adams, S., & Beling, P. A. (2019). A survey of feature selection methods for Gaussian mixture models and hidden Markov models. Artificial Intelligence Review, 52(3), 1739-1779.

Wang, X., Li, P., Hawbani, A. (2018). An efficient budget allocation algorithm for multi-channel advertising. In 2018 24th International Conference on Pattern Recognition (ICPR) (pp. 886-891). IEEE.

Salmani, Y., Partovi, F. Y. (2021). Channel-level resource allocation decision in multichannel retailing: A US multichannel company application. Journal of Retailing and Consumer Services, 63, 102679.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Evaluation of light blocking effect and acoustic performance of blackout fabrics

Merve Bulut[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2232-6506*), Merve Küçükali Öztürk[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2493-4532.*) , Cevza Candan[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2007-5758*), Banu Nergis[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6010-6497*), Tuğba Zengin[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7799-6999*), Aysun Yenice[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0036-7868*), Rasim Boyacıoğlu[4] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8115-2035*), Ecenur TOR[4] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4146-4691*)

[*1]Istanbul Technical University, Department of Textile Engineering, Istanbul, Turkey.
[2]Istanbul Bilgi University, Department of Textile and Fashion Design, Istanbul, Turkey.
[3]Kucukcalik Tekstil San. ve Tic. A.S., Bursa, Turkey.
[4]KFS Kucukcalik Filament ve İplik San. ve Tic. A.S., Sakarya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: merve.bulut@itu.edu.tr

Abstract

Black-out curtains are mainly designed and used to block the light entering a room. These curtains can not only reduce light emitted into a room up to 99,9% of it but also reduce noise and energy costs. Opacity, which is the ability of a fabric to block out light, is important for young children and people who work overnight. Noise, on the other hand, is unwanted, unpleasant sound that disturbs sleep, increases stress levels, or even causes hearing damage. Sleeping during the day could be difficult because of the day light and the sound coming from outside environment. Especially those people who work overnight are at risk for health problems due to their irregular sleeping habits. Using blackout curtains in bedrooms reduces health risk by creating the ambiance of the night. In this study, the sound absorption and light blocking performance of seven different commercially available blackout fabrics have been evaluated by using an impedance tube. All the fabrics were dyed to the same dark grey colour to eliminate the effect of the colour difference on their light blocking efficiency. The sound absorption tests have been repeated by leaving varying amounts of air gap behind the samples in order to simulate the curtain being hang in a domestic environment. The results obtained showed that there are various factors influencing the sound absorption and light blocking performance of textile materials, including the fabric construction, fabric thickness, and fabric density. Opacity of all curtain samples were recorded to be above 97% where one of the samples performed light blocking performance as high as 99,42%. Leaving the air gap behind the fabric lead to a higher level of sound absorption in all samples regardless of the fabric construction, which is a desirable result considering how the fabrics will be used in a real-life scenario.

Keywords: light blocking effect, sound absorption, blackout fabrics, curtains

INTRODUCTION

Sleep is one of the most important parameters in terms of the quality of life of individuals. Scientific studies on sleep have proven us a long time ago that being exposed to light at nighttime (i.e., LAN), strongly disturbs one's circadian rhythm, sleep quality, and thus their daily life (Czeisler et al., 1989). A disturbed circadian rhythm is also highly associated with mood swings, inclination of depression, anxiety, and overall mental health (Matsangas et al., 2020; McClung, 2013). It is also important for physical health as well. A study by Obayashi et.al. (2017) found that a group of individuals exposed to LAN have a higher tendency for hypertension, diabetes, obesity, as well as depression. Furthermore, all participants who slept with even a small amount of light exposure tended to oversleep. (Obayashi et al., 2017). Living in accordance with one's biological clock may not always be possible though. Children, night shift workers, frequent travelers are all groups that tend to live in opposition to their biological clock and sleep during the daytime. Here, blackout curtains provide good assistance for a good sleep quality. Using blackout curtains in bedrooms reduces health risk by creating the ambiance of the night. A 2020 study done on active service members indicate that 57.5% of participants use blackout curtains to increase their sleep quality. Moreover, the same study asked the prominent factors that affect the sleep latency of participants', in which around 30% said noise outside from outside sources and other people, followed by light at 20%

(Matsangas et al., 2020). Thus, noise in the surrounding environment is another important aspect of a better sleep. Noise is generally described as unwanted, unpleasant sound that disturbs sleep, increases stress levels, or even causes hearing damage. A 2019 scientific survey results indicate a high statistical affiliation between sleep quality and outside noise (Brink et al., 2019). There is also a high correlation between noise and health, especially in terms of the cardiovascular and metabolic systems. The cardiovascular effects of exposure to noise are thought to be the result of a decrease in sleep patterns caused by nighttime noise exposure, among many additional mechanisms (van Kempen et al., 2018). Textile products can be engineered and design in accordance with these problems. Both blackout fabrics and sound absorbing textile materials have been commercially available for a long time and both are frequently studied in academia (Segura Alcaraz et al., 2021; Snycerski & Szkudlarek, 2016).

In this study, the sound absorption and light blocking performance of seven different commercially available blackout fabrics were evaluated using an impedance tube. The sound absorption tests were repeated with different amounts of air gap left behind the fabrics to simulate the curtain being hung in a residential setting. Afterwards, the test results and the fabric parameters were evaluated using TOPSIS multi-criteria decision-making method to select the fabric structure showing the optimum light blocking and sound absorbing performance.

MATERIALS AND METHODS

Blackout Curtain Samples

Seven different commercially available woven foldable blackouts from textured polyester yarns having weft-faced satin construction have been studied. Summary of the fabric properties is given in Table 1. Although the samples are apparently homogeneous, their structures varied from one another. To eliminate the effect of color variation on light blocking efficiency, all of the fabrics were dyed to the same dark grey color.

In the table, rPET refers to recycled polyester and FR refers to flame retardant polyester. The PET + Nylon in Sample 7 is a islands-in-the-sea type bicomponent fiber which the Nylon is intended to be melted during the post-processing. All the samples have 75F72 PET yarn in the warp direction.

Table 1. Fabric properties

Sample Number	Fabric Construction	Warp x Weft Density (yarn/cm^2)	Weight (g/m^2)	Thickness (mm)	Yarn Material	Weft Yarn Count (dtex)
1	7H Satin	160 x 44	197,00	0,42	rPET	150F48
2	7H Satin	139 x 28	206,00	0,51	PET	300F96
3	7H Satin	148 x 48	192,00	0,54	One face PET, other face cationic PET	150F48
4	8H Satin	152 x 47	194,00	0,43	FR PET	150F48
5	8H Satin	145 x 48	195,00	0,48	FR rPET	150F48
6	7H Satin	151 x 48	191,00	0,48	PET	150F48
7	7H Satin	147 x 48	186,00	0,53	PET + Nylon	160F48

Acoustic Properties

Sound absorption coefficient of the fabrics was measured by TestSens impedance tube in accordance with the ISO 10534 standard. The sound absorption tests have been repeated by leaving varying amounts of air gap, namely 5cm, 10cm, and 15cm, behind the samples in order to simulate the curtain being hang in a domestic environment.

Opacity Measurement

The opacity of the samples was tested with a MK350N Premium Spectrometer under D65 daylight. The test was conducted 10 times for each sample and their average was taken as the result. The opacity results can be found in Table 2.

Table 2. Opacity measurement results

Samples	Opacity Results (%)
1	98,25
2	97,70
3	99,42
4	97,92
5	97,97
6	98,03
7	97,96

TOPSIS Analysis

For the TOPSIS Analysis, four different criteria's were chosen to determine the most suitable sample. These criteria's and their criteria weights are sound absorption coefficient with 35%, opacity values with 35%, fabric thickness with 15%, and fabric weight with 15%. The sound absorbency and the light blocking are the more desired properties as expected. The thickness and the weight of the fabric are both desired to be lower for ease of use. The decision matrix with the analysis criteria's and their respective criteria weights can be found in Table 2. It should be noted that the sound absorption coefficients were taken from the 15cm air gap measurement since the distance between the curtain and the wall in a domestic environment is generally accepted as 15cm. Also, the average sound absorption coefficient between 400Hz and 800 Hz were taken into the analysis since it is the peak resonance interval, which will be further discussed in the Results & Discussion section.

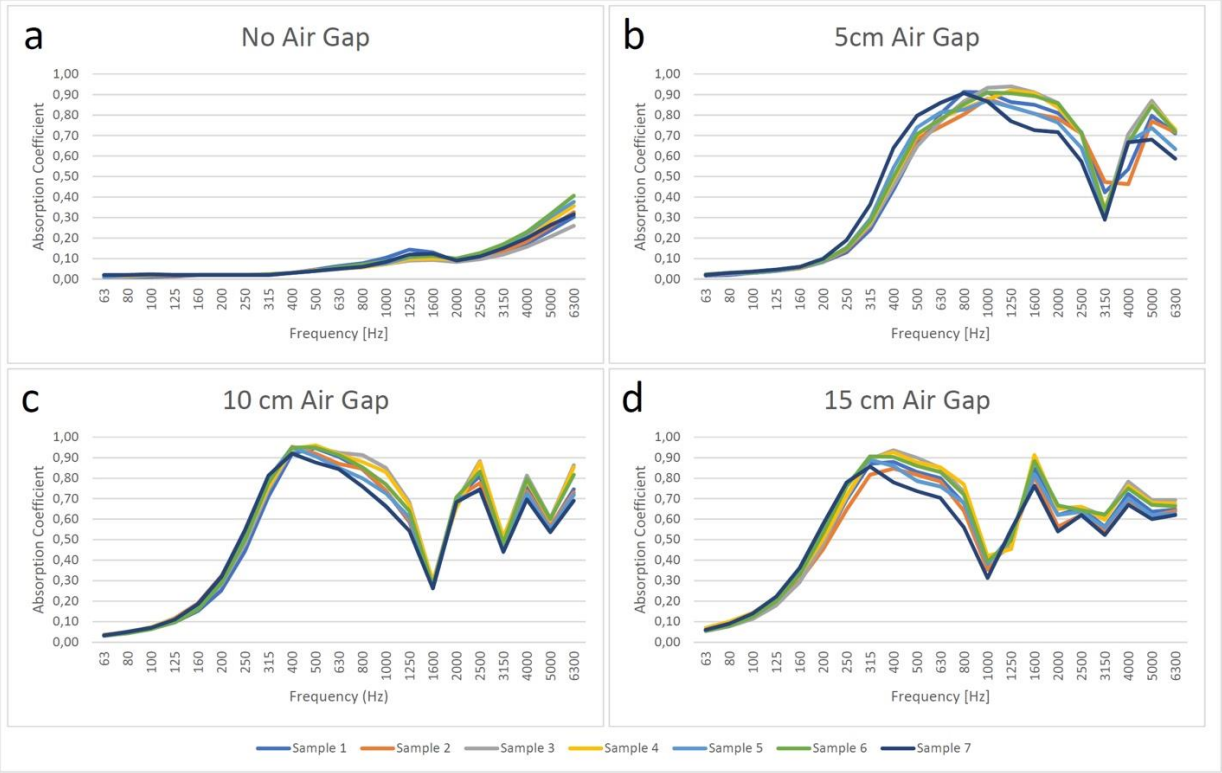
Table 2. TOPSIS Decision Matrix

Samples	Opacity Measurement (0,35)	Sound Absorption Coefficient (0,35)	Fabric Weight (0,15)	Fabric Thickness (0,15)
1	98,25	0,8	197	0,420
2	97,70	0,77	206	0,510
3	99,42	0,86	192	0,540
4	97,92	0,86	194	0,430
5	97,97	0,77	195	0,480
6	98,03	0,83	191	0,480
7	97,96	0,7	186	0,530

The criteria weights were worked out by using the Analytic Hierarchy Process (AHP). In the process, firstly the significant parameters and a pair of its alternatives are identified. The preference of each parameter is given a value between 1/9 and 9, and the relative importance of each parameter is attributed. Then, the accuracy of these attributions is checked by evaluating each preference matrix by using their eigenvalues. Finally, each alternative is given it's score (Saaty, 1980).

RESULTS and DISCUSSION

The sound absorption results with no air gap (a), 5cm of air gap (b), 10cm of air gap (c), and 15cm of air gap (d) can be found in Figure 1.



The no air gap results indicate that the fiber type does not have a significant effect on the sound absorbency of the samples since there is no statistical correlation observed between the samples. This indicates that the trialability is open for using different fiber material types, as well as giving special features to the fibers. The sound absorbency appears to rise in higher frequencies. The wavelength of high frequency sounds is shorter; thus, it is expected for the samples to perform better as the frequency increases. Leaving the air gap behind the fabrics leads to a significant increase in the sound absorbing of the fabrics. The mean sound absorption coefficient for all samples at no air gap measurement is 0,09, with the highest recording measurement being 0,41. But leaving the 5cm air gap took the mean to 0,48, 10 cm took the mean to 0,54, and 15cm took the mean to 0,56. This result is the most desirable outcome, since when a curtain is being hang, there is always an air gap between the fabric and the window or wall behind it, which is generally accepted as 15cm for domestic environments. Nevertheless, these results show that there is a potential for different applications of blackout curtains with different hanging positions, without sacrificing from the sound absorbency.

Another notable result is the fact that leaving the air gap has led to the shift of the resonance frequency. Resonance frequency is the frequency value with the highest recorded sound absorption coefficient. As the air gap left increased, the resonance frequency interval has shifted to lower frequencies, with a resonance of around 1000Hz at 5cm, 500 Hz for 10cm, and 315 Hz at 15cm. This is another significant result; since low frequency sounds have quite long wavelengths, it is much more difficult to absorb them. Hence the reason that the fabrics' ability to perform in the 400-800Hz was taken for the TOPSIS analysis. It is also an expected result since air is one of the best-known insulators.

The results for the TOPSIS analysis can be found at Table 3.

Table 3. TOPSIS Analysis Results

Samples	Separation from Positive Ideal Alternative (S^*)	Separation from Negative Ideal Alternative (S^-)	Relative Closeness to the Ideal Solution (C^*)
1	0,02	0,02	0,492
2	0,02	0,02	0,519
3	0,00	0,03	0,880
4	0,01	0,03	0,664
5	0,02	0,01	0,450
6	0,01	0,02	0,698
7	0,03	0,01	0,321

From the results, it can be concluded that Sample 3 has a significant lead over its alternatives which is consistent with its fabric properties. Even though Sample 3 has the highest thickness value, it's weight is the second smallest. Thus, the high thickness is negligible since it will not disrupt the daily use too much. It has the highest measured opacity with 99.42%, as well as the highest sound absorption coefficient with 0.86, along with Sample 4. Samples 4 and 6 come in 2nd and 3rd places respectively with almost identical relative closeness values. Sample 7 shows the worst performance amongst all samples with its low opacity and sound absorbency values.

CONCLUSION

The sound absorbency coefficients and opacity values of seven different blackout fabrics that were dyed the same color were measured and examined. The test was repeated by leaving different amounts of air gap behind the fabric in order to simulate a real-life use, as well as to see the effect of the insulation support of air. Afterwards, the measured values and the properties of the fabrics were evaluated using AHP-TOPSIS to determine the highest performing fabric. The air gap had a notable effect on the results. It not only changed the order of performance of the samples, but also shifted the resonance frequency to lower frequency levels as the air gap increases. For the future of the study, fire retardancy finishing will be applied on to the fabrics in order to study the effect of chemical treatments on the sound absorbency and opacity properties of the samples, as well as to explore the possibility of adding a functionality to a household textile material.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge the funding by The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) 1505 Program under the grant number 5210113.

REFERENCES

Brink, M., Schäffer, B., Vienneau, D., Pieren, R., Foraster, M., Eze, I. C., Rudzik, F., Thiesse, L., Cajochen, C., Probst-Hensch, N., Röösli, M., & Wunderli, J. M. (2019). Self-Reported Sleep Disturbance from Road, Rail and Aircraft Noise: Exposure-Response Relationships and Effect Modifiers in the SiRENE Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health 2019, Vol. 16, Page 4186*, *16*(21), 4186. https://doi.org/10.3390/IJERPH16214186

Czeisler, C. A., Kronauer, R. E., Allan, J. S., Duffy, J. F., Jewett, M. E., Brown, E. N., & Ronda, J. M. (1989). Bright Light Induction of Strong (Type 0) Resetting of the Human Circadian Pacemaker. In *New Series* (Vol. 244, Issue 4910).

Matsangas, P., Shattuck, N. L., & Saitzyk, A. (2020). Sleep-Related Practices, Behaviors, and Sleep-Related Difficulties in Deployed Active-Duty Service Members Performing Security Duties. *Behavioral Sleep Medicine*, *18*(2), 262–274. https://doi.org/10.1080/15402002.2019.1578771

McClung, C. A. (2013). How might circadian rhythms control mood? Let me count the ways... *Biological Psychiatry*, *74*(4), 242–249. https://doi.org/10.1016/J.BIOPSYCH.2013.02.019

Obayashi, K., Saeki, K., & Kurumatani, N. (2017). *Original Contribution Bedroom Light Exposure at Night and the Incidence of Depressive Symptoms: A Longitudinal Study of the HEIJO-KYO Cohort*. https://doi.org/10.1093/aje/kwx290

Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process* (2nd ed., Vol. 1). McGraw-Hill International Book Company.

Segura Alcaraz, M. P., Bonet-Aracil, M., Julià Sanchís, E., Segura Alcaraz, J. G., & Seguí, I. M. (2021). Textiles in architectural acoustic conditioning: a review. *Https://Doi.Org/10.1080/00405000.2021.1976483*, *113*(1), 166–172. https://doi.org/10.1080/00405000.2021.1976483

Snycerski, M., & Szkudlarek, J. (2016). Subjective interpretation and objective evaluation of blackout fabric's barrier properties. *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, *24*(5), 44–49. https://doi.org/10.5604/12303666.1215526

van Kempen, E., Casas, M., Pershagen, G., & Foraster, M. (2018). *WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cardiovascular and Metabolic Effects: A Summary*. https://doi.org/10.3390/ijerph15020379

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Sürdürülebilir kalkınma yolunda yenilenebilir enerji teşvikleri: Bir inceleme

Mahmut Özgirici[1], Özlem ONAY[2*] (https://orcid.org/0000-0001-6230-933)

[1]Eskişehir Technical University, Graduate Education Institute, Eskişehir, Turkey.

[2] Eskişehir Technical University, Porsuk Vocational School, 26140 Eskisehir, TURKEY

*Sorumlu yazar e-mail:oonay@eskisehir.edu.tr

Özet

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji teşvikine yönelik farklı yaklaşımların dinamikleriyle ilgili analitik literatüre taraması yapılmış ve karbon vergisi, tarife garantileri ve araştırma ve geliştirme yatırımları dahil olmak üzere başlıca yeşil enerji teşvik türlerinin örneklerinin yanı sıra bu tür uygulamalara yönelik engeller ve sınırlamalar ile yenilenebilir enerji alanında var olan çelişkiler ele alınmıştır. İncelenen çalışmalarda tartışılan yenilenebilir enerji teşviki için en yaygın kullanılan politikanın vergi teşvikleri olduğu bununla birlikte çok sayıda ülkenin eşitsizlik düzeyini en aza indirmek için fosil yakıt sübvansiyonları sağladığı görülmüştür. Son olarak, geleneksel enerji kaynaklarından yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin finansmanına ilişkin farklı uygulamaların görünümü sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yeşil enerji, yenilenebilir enerji geçişi, teşvikler

Renewable energy incentives for sustainable development: A review

Abstract

In this study, the analytical literature on the dynamics of different approaches to renewable energy promotion is reviewed and examples of the main types of green energy incentives, including carbon tax, feed-in tariffs, and research and development investments, as well as barriers and limitations to such practices, and existing ones in the renewable energy field are reviewed. The most widely used policy for renewable energy promotion discussed in the reviewed studies is tax incentives, however, it has been observed that many countries provide fossil fuel subsidies to minimize the level of inequality. Finally, the view of different applications regarding the financing of the transition from traditional energy sources to renewable energy sources is presented.

Keywords: Green energy, renewable energy transition, incentives

GİRİŞ

Çevre sorunları, özellikle geleneksel fosil yakıt enerjisinden yeşil enerjiye geçişle ilgili olarak birçok ülkenin ekonomi politikalarının merkezinde yer almaktadır. Yenilenebilir (yeşil) enerji, enerji sektörünün kendisi de dahil olmak üzere çok sayıda endüstride yenilenebilir hedeflerine ulaşmak için önemli bir unsurdur. Bu amaçla hükümetler, dernekler ve uluslararası kuruluşlar çevreye duyarlı yolları seçme konusunda yönlendirici olmaktadırlar. Bu çalışma, ekonomik olarak gelişmiş ülkelerin çoğunda yeşil enerji teşviklerinin teorik ve pratik temellerinin ve teşvik araçlarının analizini içermektedir.

1992 ve 1997 yıllarında küresel düzeyde yapılan anlaşmalarda Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı ve Kyoto Protokolü ile çevre konuları iş dünyasının gündemine taşınmıştır. Tartışma yoluyla varılan bu anlaşma ile yenilenebilir (yeşil) enerjiye kademeli dönüşüm sürecinde, her ülkenin CO2 emisyonlarını azaltacak önlemler alması, ilgili politikaları teşvik edecek kişi ve kuruluşları belirlemesi, fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerjiyi tercih etmeye yönelik teşvikleri düzenlemesi hedeflenmiştir. Teşvikler gerek içerik gerekse etkinlik açısından

ülkeden ülkeye farklılık gösterme eğilimindedir (Bahar ve ark., 2013; Al-Badi ve ark., 2019; Bersano ve ark., 2020; Bielecki ve ark., 2021; Cábelková ve ark.,, 2021; Bölük ve Kaplan, 2022).

Bu kapsamda geliştirilen yenilenebilir enerji geçiş modellerinin, sadece çevresel sorumluluk açısından değil aynı zamanda yeşil enerji kullanımı ile yaşam standartlarının artması ve geleneksel enerji kaynaklarına göre daha yüksek düzeyde enerji güvenliği sağlaması gibi diğer önemli olası faydalarının da dikkate alınması önem arz etmektedir (Piscitello ve Bogach, 1997; Latin Amerika ve Karayipler için Ekonomik Komisyon, 2020; Castaneda ve ark., 2018; Crowe ve Li, 2020; Elavarasan ve ark., 2020; Frattolillo ve ark., 2020; Ganowski ve ark., 2020; Genys ve Krikštolaitis, 2020; Greco ve ark., 2020; Candila ve ark., 2021).

Yenilenebilir enerji teşvikleri

Yenilenebilir enerji teşvikleri incelendiğinde; 1) politikalardan kaynaklanan teşvikler, 2) piyasa etkileşimlerine dayalı teşvikler ve 3) enerji verimliliği finansmanı olmak üzere üç ana grupta sınıflandırabildiği görülmüştür. Teşviklerin ilk grubu, sübvansiyonlar, vergi teşvikleri, hızlandırılmış amortisman vb. gibi genellikle politika yapıcılar tarafından önerilen ve yalnızca hükümetin onayından sonra uygulanan önlemleri içerir. İkinci gruptaki teşvikler ise piyasa katılımcıları arasındaki ilişkilerden kaynaklanmaktadır. Üçüncü grup ise enerjinin verimli kullanımı, dağıtımı ve depolanması alanındaki gelişmelerle ilişkilendirilir (Bhuiyan ve ark., 2022; Khan ve ark., 2022; Li ve ark., 2022).

Yenilenebilir enerji teşvikleri alanındaki ilk araştırmalar 1990'larda küresel ısınma olmak üzere çevre sorunlarına ilişkin ilk uluslararası tartışmaların sonuçlarını içermektedir. Şebekeye bağlı rüzgar enerjisi sistemleri ve şebekeden bağımsız fotovoltaik sistemler için mali teşvikler bu grupta yer almış ve alandaki kolektif deneyimin (kapasite, kurulum maliyetleri ve altyapının yeterliliği) incelenmesi ve ülkelerin yaklaşımı ortaya koymuştur.

Mali teşviklerde önemli bir unsur olarak vergi teşvikleri üzerine yapılan ilk çalışmalarda 2005 yılı itibariyle başlamış ve konvansiyonel akaryakıt vergileri, yatırım vergisi teşvikleri, ithalat vergisi indirimleri ve hızlandırılmış amortisman en çok kullanılan vergi teşvik türleri olarak uygulanırken, Ar-Ge kredileri, üretim ve taşınmaz vergisi kredileri ve tüketim vergisi indirimleri en az kullanılan vergi teşvikleri olmuştur. Ayrıca, yeşil enerji teşvikinin idari etkinliği, güvenilirliği, uygulanabilirliği, boyutu, kullanımı ve öngörülebilirliği konuları tartışılmış ve bu yönler kapsamlı yenilenebilir enerji politikaları ve stratejilerinin geliştirmesi için kullanılmıştır. (Howarth ve ark., 2017; IRENA, 2019; İrfan ve ark., 2021).

Yenilenebilir enerji teşviklerine ilişkin daha yakın tarihli tartışmalar da, özellikle de yenilenebilir enerji için uzun vadeli satın alma anlaşmalarıyla temsil edilen fiyat temelli bir araç olarak tarife garantisi (FIT) kullanımlarına dayandırılmıştır. FIT'in diğer teşviklerle (uygun krediler ve vergi teşvikleri) kombinasyonu, yenilenebilir enerjinin büyümesi ve yenilenebilir enerji tedarikinin maliyet etkinliğini sağlayan etkili idari planlar açısından en yüksek performansı sağlamıştır (Malik ve ark., 2019; Neagu ve ark., 2020; Makholm, 2021; NCSL 2021).

Yenilenebilir enerji teşvikini hedefleyen tüm teşviklerin mali ve düzenleyici olmak üzere iki ana gruba ayrılabileceği görülmüştür. Mali teşvikler, FIT, ters ihaleler, vergi politikaları ve net ölçüm gibi teşvikleri içerirken, düzenleyici teşviklerin temiz enerji standartlarının oluşturulması, üst sınır ve ticaret ve karbon fiyatlandırmasından oluştuğu görülmüştür. Bu iki teşvik grubunun birlikte en verimli şekilde sonuç verdiği ancak uygulama sürecinde altyapı, teknik, ekonomik, finansal, pazar ve halkın kabulü ve çevresel engeller olmak üzere bazı engel grupları ile karşılaşıldığı görülmüştür (Lee ve Callaway, 2018; Khan ve ark., 2019; Lehtveer ve Fridahl, 2020; Machalek ve ark., 2021).

Yeşil teşviklerin geliştirilmesi ve daha fazla teşvik edilmesinde hükümetlerin doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki rolü olduğu görülmüştür. Doğrudan olanlar; yenilenebilir enerji kullanımı ve üretimi için teşvikler; hibeler ve sübvansiyonlu krediler, FIT'ler vb. yoluyla tesis kurulum finansmanını içerirken, dolaylı araçlar fosil yakıt kullanımı için ilave vergiler, fosil yakıt enerjisinin üretimini ve tüketimini caydırma ve enerji santrallerinin emisyon seviyesi düşürmek için yapılan düzenlemeleri içermektedir. (Norouzi ve ark., 2020; Qadir ve ark., 2020; Pina ve ark., 2021). .

Enerji santrallerinin kurulum ve işletme maliyetlerini düşürmesi nedeniyle genel olarak enerji sektöründeki FIT, biyoenerji ve yenilenebilir güneş enerjisi türleri için daha etkilidir. Ayrıca, 20 yıl önce geçerli uygulamalar olarak

kabul edilen doğrudan yatırımlar ve krediler, artık yenilenebilir enerji politikasını teşvik etmenin etkili araçları olarak algılanmamaktadır (Yumashev ve ark., 2020; Tamashiro ve ark., 2021; Weiss ve ark., 2021).

Yenilenebilir enerjiyi etkileyen faktörlerden, paydaşların yenilenebilir enerji politikası oluşturma sürecine katılımlarına ilişkin çalışmalara bakıldığında ise yenilenebilir enerji tesisatı ve operasyonlarının özü, faydaları ve maliyetleri konusunda kamuoyu bilincinin artırılmasının, hem bireysel hem de kurumsal düzeyde mevcut yanlış anlamalar ve isteksizlikle mücadele etmek için etkili bir önlem olduğu kanıtlanmıştır. (Sen ve Ganguly, 2017; Raugei ve ark., 2020; Sediqi ve ark., 2022; Sovacool ve ark., 2020).

2030'lu yılına kadar yenilenebilir enerji payının artırılması için alınan tedbirler ve planlanan yatırım planları göz önüne alındığında, bu düzeyin dünya sıcaklık artışını 2°C ile sınırlamak için yeterli olmadığı görülmüştür. Bununla birlikte yaşanan pandemi sürecinde fosil yakıt kullanımındaki azalma ve buna bağlı olarak yenilenebilir enerji sektöründe yatırım hızında düşüşler ile birlikte gelişmekte olan ülkelerin yenilenebilir enerji yatırımlarının gelişmiş ülkeleri geride bıraktığı gözlenmiştir (Mikhaylov, 2015; Baboshkin ve ark., 2022; Bhuiyan ve ark., 2021).

Yeşil enerji hedeflerine ulaşılması için farklı uygulamaların olması gibi, farklı ülkeler tarafından seçilen farklı yenilenebilir enerji politikaları da söz konusudur. Ar-Ge yatırımları ekonominin yenilenebilir enerjiye başarılı bir şekilde geçişinde oldukça önemlidir. Ar-Ge yatırım projeleri, belirsizlik düzeyi veya risk düzeyine göre iki gruba ayrılmaktadır. Nispeten düşük risk düzeyine sahip yenilikçi projeler sübvansiyonlarla finanse edilebilir ve bu durumda mali teşvikler uygulanabilir. Risk düzeyi daha yüksek olan Ar-Ge projelerinin ekonomik sübvansiyon, teknolojiye özel kamu alımları ve ortak girişimler için geri ödemesiz finansman gibi mekanizmalarla desteklenmesi öngörülmektedir. (Li ve ark., 2020; ve ark., 2022; Sendstad ve ark., 2022; Tobajas ve ark., 2022; Umar ve ark., 2022).

Karbon vergileri, yenilenebilir enerji teşvikleri için yaygın olarak kullanılan bir araçtır ve karbon vergisi ödemek yerine, fosil yakıt enerjisi üreten şirketlerin, üretilen her enerji birimi başına sabit bir kısmı yenilenebilir enerjinin geliştirilmesine yatırmanın daha uygulanabilir olduğunu görülmüştür. Bu uygulamanın alternatif geleneksel karbon vergilerine göre en büyük avantajı, fosil yakıt üreticilerinin evrimsel ve kademeli olarak ani endüstri kaymaları ve dolayısıyla ciddi iş kayıpları gerektirmeden yeşil enerji üreten şirketlere dönüşmesi olacağı ortaya konmuştur.

Yenilenebilir enerji geçişinin önemi

Yeşil enerji teşvikleri alanındaki modern en iyi uygulamalar devlet inisiyatifine dayalı olan veya özel sektörden kaynaklananlardır. İncelenen çalışmalarda yenilenebilir enerji teşviki için en yaygın kullanılan politikaların vergi teşvikleri olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, çok sayıda ülke eşitsizlik seviyesini en aza indirmek için fosil yakıt sübvansiyonları sağlamaktadır. Bu durum mevcut enerji politikalarına yansıyan karşıt görüşler arasında çatışma yaratabilir ve yenilenebilir enerji geçişine yönelik küresel eylemi engelleyebilir (United Nations, 2020; Hoang vd., 2021; Sediqi vd., 2022).

Bulunan başka bir çelişki, yenilenebilir enerjinin genel olarak olumlu etkilerine ilişkin yaygın olarak kabul edilen bir kavram olmasına rağmen yeşil enerji verimliliği, satın alınabilirlik, güvenlik ve istihdam düzeyi konularında hala bazı çelişkiler yaşanmaktadır.

Bir diğer husus ise uygulanan teşviklerin eğilimlerinin yıldan yıla farklılık göstermesidir. Örneğin, FiT, 2000'lerde yeşil enerji teşviki için yaygın olarak kullanılan bir araç olarak kullanılırken, günümüzde artık uzun vadede verimli görülmemekte, bu nedenle yaygınlığını kaybetmektedir.

Geleneksel enerji kaynaklarının çevrenin gelecekteki durumu üzerindeki etkileri hakkında halkın bilinçlendirilmesinin önemi günümüzde toplumların daha bilinçli hale gelmesi ile azalan bir öneme sahip olmasıdır.

Yenilenebilir enerji teşvikinde en yaygın ve güncel önlemler, uzun vadeli verimliliğe odaklanmalı ve yeşil enerjinin teknik, sosyo-ekonomik ve psikolojik yönlerini içermelidir.

Sonuç

Yenilenebilir enerji alanındaki tartışmalar yeşil enerjiye yönelik küresel eylemle ilgili olduğundan, küresel gündemde yer alması açısından önemini korumaktadır. Farklı türdeki yeşil enerji teşviklerinin (politika tabanlı, pazar tabanlı ve teknoloji tabanlı olanlar) verimlilik değerlendirme yöntemlerinin araştırılması artırılabileceği gibi, ülkelerde en yaygın kullanılan teşvikler arasındaki farklılıkların ortaya konması ve/veya bir araya getirilerek incelenmesi uygun olacaktır. Geleneksel enerjinin ihracatçısı veya ithalatçısı, eğitim seviyesi ve mevcudiyeti, bölgenin coğrafi özellikleri gibi faktörlerin daha fazla karşılaştırmalı analizi, yeşil enerji stratejisinin geliştirme düzeyini ve başarılı bir şekilde uygulanmasındaki verimliliği etkileyecektir.

Küresel yenilenebilir enerji geçişi tartışmasına fayda sağlayabilecek daha kapsamlı bir analizde, kullanılan enerji türünün seçimine bağlı girişimleri belirlemede dikkate alınması gereken bir diğer konu da, ele alınan ülkelerin çoğunda yaygın olan sosyal ve psikolojik engellerin daha derin bir şekilde anlaşılması ve her ülkenin enerjiye ilişkin spesifik davranış kalıplarının ayrıntılı analizlerinin elde edilmesidir. Evsel düzeyde yeşil enerji kaynaklarına geçişin, bu tür analizlerden elde edilen verilere dayanarak değerlendirilmesi daha uygun olacaktır.

Sonuçta küresel olarak en iyi uygulamalara dayalı yeşil enerji politikası için şunlar önerilebilir:

1) Tasarlanan teşvikler, diğer üst düzey politika hedefleriyle uyumlu olmalıdır,

2) Derinlemesine pazar, ekonomik ve finansal araştırma yapılmalıdır,

3) Çeşitlendirilmiş bir sermaye havuzu için özel sektör ve finansal kuruluşlar devreye girmelidir,

4) Politik olarak uygulanabilmesi için istikrarlı bir ortam sağlanmalıdır,

5) Çözümün bir parçası olarak çevresel sorunlar ve yenilenebilir enerji kullanımı konusunda halkın bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır,

6) Yeşil enerji teşviklerinin maliyetleri ve verimliliği sürekli olarak kontrol edilmeli ve izlenmelidir,

7) Vergiye tabi olmayan ve/veya düşük gelirli kuruluşlara vergi teşvikleri ve diğer yenilenebilir enerji teşvikleri sağlanmalıdır.

Kaynaklar

Al-Badi, A., and AlMubarak, I. (2019). Growing energy demand in the GCC countries. Arab J. Basic Appl. Sci. 26, 488–496.

Baboshkin, P., Mikhaylov, A., and Shaikh, Z. A. (2022). Sustainable cryptocurrency growth impossible? Impact of network power demand on bitcoin price. Financial J. 14 (3), 116–130.

Bahar, H., Egeland, J., and Steenblik, R. (2013). Domestic incentive measures for renewable energy with possible trade implications. No. 2013/01. Paris: OECD Trade and Environment Working Papers

Bersano, A., Segantin, S., Falcone, N., Panella, B., and Testoni, R. (2020). Evaluation of a potential reintroduction of nuclear energy in Italy to accelerate the energy transition. Electr. J. 33, 106813.

Bhuiyan, M. A., An, J., Mikhaylov, A., Moiseev, N., and Danish, M. S. S. (2021). Renewable energy deployment and COVID-19 measures for sustainable development. Sustainability 13 (8), 4418.

Bhuiyan, M. A., Dinçer, H., Yüksel, S., Mikhaylov, A., Danish, M. S. S., Pinter, G., et al. (2022). Economic indicators and bioenergy supply in developed economies: QROF-DEMATEL and random forest models. Energy Rep. 8 (2022), 561–570.

Bielecki, S., Skoczkowski, T., Sobczak, L., Buchoski, J., Maci ˛ag, Ł., and Dukat, P. (2021). Impact of the lockdown during the COVID-19 pandemic on electricity use by residential users. Energies 14, 980.

Bölük, G., and Kaplan, R. (2022). Effectiveness of renewable energy incentives on sustainability: Evidence from dynamic panel data analysis for the EU countries and Turkey. Environ. Sci. Pollut. Res. 29, 26613–26630.

Cábelková, I., Strielkowski, W., Streimikiene, D., Cavallaro, F., and Streimikis, J. (2021). The social acceptance of nuclear fusion for decision making towards carbon free circular economy: Evidence from Czech Republic. Technol. Forecast. Soc. Change 163, 120477.

Candila, V., Maximov, D., Mikhaylov, A., Moiseev, N., Senjyu, T., and Tryndina, N. (2021). On the relationship between oil and exchange rates of oil-exporting and oil-importing countries: From the great recession period to the COVID-19 era. Energies 14, 8046. doi:10.3390/en14238046

Castaneda, M., Zapata, S., and Aristizabal, A. (2018). Assessing the effect of incentive policies on residential PV investments in Colombia. Energies 11, 2614. doi:10.3390/en11102614

Crowe, J. A., and Li, R. (2020). Is the just transition socially accepted? Energy history, place, and support for coal and solar in Illinois, Texas, and Vermont. Energy Res. Soc. Sci. 59, 101309.

Elavarasan, R. M., Selvamanohar, L., Raju, K., Vijayaraghavan, R. R., Subburaj, R., Nurunnabi, M., et al. (2020). A holistic review of the present and future drivers of the renewable energy mix in Maharashtra, State of India. Sustainability 12, 6596.

Frattolillo, A., Canale, L., Ficco, G., Mastino, C. C., and Dell'Isola, M. (2020). Potential for building façade-integrated solar thermal collectors in a highly urbanized context. Energies 13, 5801.

Ganowski, S., and Rowlands, I. (2020). Read all about it! Comparing media discourse on energy storage in Canada and the United Kingdom in a transition era. Energy Res. Soc. Sci. 70, 101709.

Genys, D., and Krikštolaitis, R. (2020). Clusterization of public perception of nuclear energy in relation to changing political priorities. Insights Reg. Dev. 2, 750–764.

Greco, A., Gundabattini, E., Gnanaraj, D. S., and Masselli, C. (2020). A comparative study on the performances of flat plate and evacuated tube collectors deployable in domestic solar water heating systems in different climate areas. Climate 8, 78.

Hoang, A. T., Nižeti´c, S., Olcer, A. I., Ong, H. C., Chen, W.-H., Chong, C. T., et al. (2021). Impacts of COVID-19 pandemic on the global energy system and the shift progress to renewable energy: Opportunities, challenges, and policy implications. Energy Policy 154, 112322.

Howarth, N., Galeotti, M., Lanza, A., and Dubey, K. (2017). Economic development and energy consumption in the GCC: An international sectoral analysis. Energy Transit. 1, 6.

IRENA (2019). Renewable power generation costs in 2019. Available online: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2019.pdf (accessed on August 8, 2021).

Irfan, M., Hao, Y., Ikram, M., Wu, H., Akram, R., and Rauf, A. (2021). Assessment of the public acceptance and utilization of renewable energy in Pakistan. Sustain. Prod. Consum. 27, 312–324.

Khan, A. A., Laghari, A. A., Gadekallu, T. R., Shaikh, Z. A., Javed, A. R., Rashid, M., et al. (2022). A drone-based data management and optimization using metaheuristic algorithms and blockchain smart contracts in a secure fog environment. Comput. Electr. Eng. 102, 108234.

Khan, E. A., Royhan, P., Rahman, M. A., Mostafa, A., Rahman, M., and Rahman, M. (2019). The impact of enviropreneurial orientation on small firms' business performance: The mediation of green marketing mix and eco-labeling strategies. Sustainability 12, 221.

Lee, J. T., and Callaway, D. S. (2018). The cost of reliability in decentralized solar power systems in sub-Saharan Africa. Nat. Energy 3, 960–968.

Lehtveer, M., and Fridahl, M. (2020). Managing variable renewables with biomass in the European electricity system: Emission targets and investment preferences. Energy 213, 118786.

Li, J., Dinçer, H., Yüksel, S., Mikhaylov, A., and Barykin, S. E. (2022). Bipolar q-ROF hybrid decision making model with golden cut for analyzing the levelized cost of renewable energy alternatives. IEEE Access 10, 42507–42517.

Li, X., Zhu, S., Yüksel, S., Dinçer, H., and Ubay, G. G. (2020). Kano-based mapping of innovation strategies for renewable energy alternatives using hybrid interval type-2 fuzzy decision-making approach. Energy 211, 118679.

Machalek, D., Mohammadi, K., and Powell, K. M. (2021). State-by-State comparison of combined heat and power to photovoltaic installations at manufacturing facilities with heat and power loads. Sustain. Energy Technol. Assessments 47, 101502.

Makholm, J. D. (2021). Decarbonization and the future of gas distributors. Clim. Energy 37, 15–19.

Malik, K., Rahman, S. M., Khondaker, A. N., Abubakar, I. R., Aina, Y. A., and Hasan, M. A. (2019). Renewable energy utilization to promote sustainability in GCC countries: Policies, drivers, and barriers. Environ. Sci. Pollut. Res. 26, 20798–20814.

Mikhaylov, A. (2015). Russian oil and gas budget revenues in 2015: Estimation and risk. Financial J. 2, 52–59.

NCSL (2021). State renewable portfolio standards and goals. Available online: https://www.ncsl.org/research/energy/renewable-portfolio-standards.aspx (accessed on August 12, 2021).

Neagu, B.-C., Ivanov, O., Grigoras, G., Gavrilas, M., and Istrate, D.-M. (2020). New market model with social and commercial tiers for improved prosumer trading in microgrids. Sustainability 12, 7265.

Norouzi, N., de Rubens, G. Z., Choupanpiesheh, S., and Enevoldsen, P. (2020). When pandemics impact economies and climate change:Exploring the impacts of COVID-19 on oil and electricity demand in China. Energy Res. Soc. Sci. 68, 101654.

Pina, E. A., Lozano, M. A., Serra, L. M., Hernández, A., and Lázaro, A. (2021). Design and thermoeconomic analysis of a solar parabolic trough–ORC–Biomass cooling plant for a commercial center. Sol. Energy 215, 92–107.

Piscitello, E. V., and Bogach, S. (1997). FINANCIAL incentives for renewable energy development proceedings of an international workshop. Amsterdam, Netherlands: World Bank Discussion Paper. No. 391.

Qadir, S. A., Tahir, F., and Al-Fagih, L. (2020). Impact of fossil fuel subsidies on renewable energy sector. United Nations, 2015 United Nations, 2015. COP 21..12th International Exergy, Energy and Environment Symposium. IEEES-122020 Doha, Qatar

Raugei, M., Kamran, M., and Hutchinson, A. (2020). A prospective net energy and environmental life-cycle assessment of the UK electricity grid. Energies 13, 2207.

Sediqi, M. M., Nakadomari, A., Mikhaylov, A., Krishnan, N., Lotfy, M. E., Yona, A., et al. (2022). Impact of time-of-use demand response program on optimal operation of Afghanistan real power system. Energies 15, 296.

Sen, S., and Ganguly, S. (2017). Opportunities, barriers and issues with renewable energy development – a discussion. Renew. Sustain. Energy Rev. 69, 1170–1181.

Sendstad, L. H., Hagspiel, V., Mikkelsen, W. J., Ravndal, R., and Tveitstøl, M. (2022). The impact of subsidy retraction on European renewable energy investments. Energy Policy 160, 112675.

Sovacool, B. K., Schmid, P., Stirling, A., Walter, G., and MacKerron, G. (2020). Differences in carbon emissions reduction between countries pursuing renewable electricity versus nuclear power. Nat. Energy 5, 928–935.

Tamashiro, K., Alharbi, T., Mikhaylov, A., Hemeida, A. M., Krishnan, N., Lotfy, M. E., et al. (2021). Investigation of home energy management with advanced direct load control and optimal scheduling of controllable loads. Energies 14, 7314.

Tobajas, J., Garcia-Torres, F., Roncero-S anchez, P., V azquez, J., Bellatreche, L., and Nieto, E. (2022). Resilience-oriented schedule of microgrids with hybrid energy storage system using model predictive control. Appl. Energy 306, 118092.

Umar, M., Farid, S., and Naeem, M. A. (2022). Time-frequency connectedness among clean energy stocks and fossil fuel markets: Comparison between financial, oil and pandemic crisis. Energy 240, 122702.

United Nations (2020). Economic commission for Latin America and the caribbean (ECLAC)/Center for strategic studies and management (CGEE), "incentive mechanisms for clean energy innovation in Brazil: Paths for an energy big push", project documents (LC/TS.2020/58; LC/BRS/TS.2020/6). Santiago: United Nations.

Weiss, R., Saastamoinen, H., Ikäheimo, J., Abdurafikov, R., Sihvonen, T., and Shemeikka, J. (2021). Decarbonised district heat, electricity and synthetic renewable gas in wind-and solar-based district energy systems. J. Sustain. Dev. Energy Water Environ. Syst. 9, 1–22.

Yumashev, A., Ślusarczyk, B., Kondrashev, S., and Mikhaylov, A. (2020). Global indicators of sustainable development: Evaluation of the influence of the human development index on consumption and quality of energy. Energies 13, 2768.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Derin Öğrenme ve Görüntü İşleme Yöntemleriyle Damar Gürültüsü Giderme ve Optik Disk Bölütlemesi

Cihan AKYEL[1*] (*ORCID: 0000-0003-1792-8254)*

[*1]Gazi Üniversitesi, Bilişim Enstitüsü, Yönetim Bilişim Sistemleri, Ankara, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:cihan.akyel1@gazi.edu.tr

Özet
Dünya genelinde şeker hastalığı artış göstermektedir. Şeker hastalığı insan vücudunda farklı organları etkileyebilmektedir. Diyabetik retinopi gözde görülen diyabet türüdür. Diyabetik retinopi tedavi edilmezse körlüğe yol açabilmektedir. Diyabetik retinopi günümüzde bilgisayar destekli sistemlerle teşhis edilebilmektedir. Bu teşhis sürecinde karar vericilere optik disk (OD) bölütlemesi yapılmış görüntüler yardımcı olabilmektedir. Optik diskin doğru bölülenebilmesi için damar gürültüsünün temizlenmiş olması önemlidir. Bunun sebebi, kan damarlarının optik diskin (OD) kenarlarını kesebilmesi ve bu durumun disk bölüleme doğruluğunu etkilemesidir. Bu çalışmada, damar gürültüsü ve optik disk bölütlemelerini derin öğrenme ve görüntü işleme yöntemleriyle yapan çalışmalar ayrıntılı olarak incelenmiş ve karşılaştırılmıştır.
Anahtar Kelimeler: derin öğrenme, damar gürültüsü, optik disk bölütleme, görüntü işleme

Blood Vessel and Optic Disc Segmantation with Deep Learning and Image Processing

Abstract
Diabetes is on the rise worldwide. Diabetes can affect different organs in the human body. Diabetic retinopia is a type of diabetes in the eye. If diabetic retinopia is not treated, it can lead to blindness. Diabetic retinopia can be diagnosed with computer aided systems today. Optical disc segmented images can help decision makers in this diagnostic process. In order for the optic disc to be divided correctly, it is important that the vessel noise is cleared. This is because blood vessels can cut the edges of the optic disc (OD), which affects the disc partitioning accuracy. In this study, studies on vascular noise and optic disc segmentation with deep learning and image processing methods were examined and compared in detail.
Keywords: deep learning, vessel noise, optic disc segmentation, image processing

GİRİŞ

Dünyada diyabetten etkilenen yaklaşık 650 milyon insan bulunmaktadır. Diyabetik retinopi (DR) erken teşhis edilmediğinde körlüğe yol açabilen diyabet türüdür. DR gözdeki kan damarlarına zarar verir. Bu, kanın damarlardan dışarı sızmasına neden olabilir. Bu durumun sonucunda görme kaybı, bulanık görme şikayetleri oluşabilmektedir [1].

2040 yılına kadar 600 milyon insanın diyabet hastası olacağı ve bu sayının 200 milyonunu diyabetik retinopinin oluşturacağı öngörülmektedir [2]. Diyabetik retinopi erken teşhis ile önlenebilen bir hastalıktır. Uzmanlar görüntüleri inceleyerek DR tanısı koyabilmektedirler. Bununla birlikte, diyabetik retinopiyi gözlemlemede, profesyonellerin becerileri, kontrast farklılıkları, görüntü gürültüsü ve finansal kısıtlamalar gibi birçok zorluk vardır [3]. DR, ABD'de önemli bir körlük nedenidir. 2020 yılında yaklaşık 12.000-24.000 yeni vaka olacağı düşünülmektedir. Diyabet, ABD'deki toplam sağlık harcamalarının %40'ını oluşturmaktadır [4]. DR'nin keşfi genellikle ciddi hasar meydana geldikten sonra gerçekleşir. Görsel muayene vasküler değişiklikleri tespit etmede çok zayıftır [5]. Bu nedenle, diyabetik retinopiyi saptamak için etkili yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır [6]. Kan damarları, OD'nin doğru bölütlemeyi olumsuz yönde etkiler. Çünkü OD, kan damarları tarafından alt bölümlere ayrılabilir. Bunun sonucunda damarlar optik sinir bölgesini kaplar [7]. Bu nedenle fundus görüntülerinde bu gürültülerin giderilmesi kritik öneme sahiptir. Günümüzde tıbbi bölütleme için derin öğrenme ve görüntü işleme algoritmalarına dayalı çalışmalar bulunmaktadır [8].

LİTERATÜR TARAMASI

Damar Bölütleme

Literatürde damar bölütlemesi ile ilgili derin öğrenme ve görüntü işleme algoritmalarının kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmalarda damar gürültüsüne ait maskeler tahmin edilerek gürültü görüntüden kaldırılmaktadır. Bazı çalışmalarda yalnızca görüntü işleme algoritmaları kullanılmaktadır. Maison ve arkadaşları görüntülerdeki damar gürültüsünün tespiti için gauss filtresine dayalı bir yöntem kullandılar. Bu çalışmada Clahe filtresi, morfolojik işlemler ve histogram eşitleme gibi görüntü işleme işlemleri tercih edilmiştir. Drive veri seti üzerinde %95.72 eğitim başarısı elde etmişlerdir [9].

Görüntü işleme algoritmaları tahmin edilen gürültü maskeleri düzeltmek için de kullanılabilmektedir. Shao ve arkadaşları k-means temelli bir yöntem önermişlerdir. Çalışmada ön işleme ve son işleme adımlarında görüntü işleme kullanılmıştır. Görüntülerdeki kontrast geçişleri ve parlaklık damar görültüsünün belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Ön işleme adımında parlaklık normalize edilmiş ve kontrast iyileştirmesi yapılmıştır. Çalışmada %95.83 eğitim başarısı elde edilmiştir [10]. Parlaklığın homojen dağılmadığı görüntülerde damar gürültüsünün tespiti zorlaşmaktadır. Yang ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada görüntüler HSV uzayına aktarılmıştır. Burada V bileşeni üzerinden parlaklığın daha homojen dağılması hedeflenmiştir. Ayrıca bu çalışmada kontrast iyileştirme yapılarak gürültülerin belirginliği artırılmıştır. Maske tahmini için alt şapka dönüşümü tercih edilmiştir. Çalışmada Hrf, drive ve stare veri setleri kullanılmıştır. Hrf veri seti ile %95.17 eğitim başarısı elde edilmiştir [11].

Damar bölütlemesinde görüntü işleme ve derin öğrenmenin genellikle birlikte kullanıldığı görülmektedir. Bu iki yöntemin birlikte kullanımı ile bölütleme başarısı artmaktadır. Jiang ve arkadaşları UNet tabanlı MFI-Net'i sundu. Çalışmada RGB renk uzayında kanallar ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yeşil kanal tercih edildiğinde, kan damarı bölütlemesinde %58.7 ile en yüksek doğruluğa ulaşılmıştır. Ön işleme için gama düzeltmesi, clahe algoritmaları tercih edilmiştir. Drive, chasedb1 ve stare veri setleri, kan damarı bölütlemesi için kullanılmıştır. En yüksek başarı değeri %97.60 ile stare veri seti üzerinde elde edilmiştir [12]. Retina görüntülerinde çok fazla damar gürültüsü olması bölütleme başarısını düşürmektedir. Zhou ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada B-Cosfire filtreleri kullanılmıştır. Daha sonra temiz görüntüler elde etmek için bir iç boyama algoritması kullandılar. Daha sonra optik bölütleme yapıldı. Optik disk bölütlemesinde Drishti-Gs veri setinde %95.5 zar doğruluğu elde edilmiştir [13].

Görüntüleri dilimlere bölerek eğitim aşamalarında aşırı öğrenme önlenebilir. Ma ve arkadaşları damar bölütlemesi için WA -Net adlı bir çalışma önermişlerdir. Çalışmada görüntüler dilimlere ayrılmıştır. Bu yöntem eğitime alınacak olan görüntüde piksel kaybının önüne geçerek başarıyı artırmaktadır. Drive veri setinde %95.66 eğitim başarısı ve %82,22 F1 puanı elde etmişlerdir [14]. Görüntü işleme olmaksızın derin öğrenme ile damar bölütlemesi yapan çalışmalar literatürde yer almaktadır. Li ve arkadaşları çok ölçekli derin öğrenmeye dayalı öğrenme modeli sunmuşlardır. Bu çalışmada görüntüler dilimlere ayrılmıştır. Ayrıntı seviyesi arttığı için ön işleme aşamasına gerek olmadı vurgulanmıştır. Drive ve stare veri setleri birleştirilerek kullanılmıştır. %95.60 eğitim başarısı elde edilmiştir [15]. Ön işleme ve görüntüleri dilimleme ayrıma yöntemleri çalışmalarda birlikte kullanılabilmektedir. Bu duruma örnek Boudegga ve arkadaşları tarafından sunulan RV-Net adlı çalışmada görülmektedir. Çalışmada drive veri seti ile %98.19 eğitim başarısı elde dilmiştir [16].

Medikal görüntülerin bölütlenmesinde en sık kullanılan algoritmalardan biri UNet'tir. UNet kullanan çalışmalardan biri sanchez ve arkadaşları tarafından sunulmuştur. Drive, stare, chase, rc-slo ve iostar veri setlerinin kullanıldığı çalışmada; iostar veri seti ile %96, rc-slo very seti ile %97 eğitim başarısı elde edilmiştir [17]. Veri normalleştirme, gama düzeltme ve medyan filtre ile kontrast farkını ve bölütleme doğruluğunu iyileştirebiliriz. Jia ve arkadaşları UNet tabanlı bir çalışma sunmuşlardır. Drive veri seti ile %96,98 eğitim başarısı elde etmişlerdir. Çalışmada RGB renk uzayında gürültünün en net görüldüğü yeşil kanal tercih edilmiştir. Daha sonra sırasıyla veri normalleştirme, gama düzeltme ve medyan filtre işlemleri uygulanmıştır [18].

Optik Disk Bölütleme

Optik disk, gözün fotoreseptörlerinden gelen sinyalleri optik sinire aktararak görmemizi sağlayan retina ganglion hücrelerinin aksonlarının geçişiyle oluşan retina üzerindeki yuvarlak noktadır. Kan damarları, optik disk bölütlemesinin doğruluğunu etkiler. Damar gürültüsü giderilen görüntüler ile yapılan optik disk bölütlemesinde başarı oranları artmaktadır.

Damar gürültüsünün temizlenmediği bazı optik disk bölütleme çalışmaları vardır. Bu çalışmalarda başarının gürültü temizliği yapılanlara kıyasla düşük kaldığı görülmektedir. Millán ve Marruga, optik disk bölütlemesi üzerine bir çalışma sunmuşlardır. Çalışmada damar gürültüsü temizlenmemiştir. Aktif kontur tekniği adlı görüntü işleme algoritması ile optik disk bölütlemesi yapılmıştır. Aktif kontur, daha fazla işleme ve analiz için ilgili piksellerin görüntüden ayrılması için enerji kuvvetlerinin ve kısıtlamalarının kullanımı olarak tanımlanabilen bir tür bölütleme tekniğidir. Optik disk bölütlemesinde %85.67 eğitim başarısı elde edilmiştir [7].

UNet ve türevleri damar bölütlemesinde olduğu gibi optik disk bölütlemede sıklıkla kullanılan başarılı bir algoritmadır. UNet algoritması ResNet blokları ile desteklenerek başarı artışı sağlanabilmektedir. Granley ve arkadaşları HBA UNet adlı modeli önermişlerdir. Bu model UNet algroritmasına eklemlenen dört resnet katmanı içermektedir. Adam, refuge ve Idrid veri setleri çalışmada kullanılmıştır. Sırasıyla adam veri setinde %94.7 zar doğruluğu elde edilmiştir. ResNet'in UNet ile olan başarıyı yaklaşık %2 arttırdığı belirtilmiştir [6]. UNet'in kullanıldığı bir diğer çalışma laibacher ve arkadaşları tarafından sunulmuştur. M2U-Net adlı bu algoritma kullanılarak drive ile %80,91 ve chase ile %80,06 zar doğruluğu elde edilmiştir [19]. Veena ve arkadaşları bir CNN önerdi. Çalışmada derin öğrenme algoritmasından önce clahe, kenar berlirleme gibi görüntü işleme algoritmaları kullanılmıştır. Dristhi-GS'de %98.76 zar doğruluğu elde edilmiştir [20]. Erdoğan, optik disk bölütleme için ön işlemeli Unet'i kullanmıştır. Bu çalışmada sadece optik disk bölütlenmiştir. Ön işlemede medyan filtreli HSV renk uzayı, aydınlatma düzeltmesi ve gama ayarı kullanılmıştır. Refuge veri setinde zar doğruluğu %78.53 olarak elde edilmiştir [21].

Literatüre bakıldığında temel derin öğrenme algoritması ile kodlayıcıları kullanmak, bölütleme başarısını arttırmakta ve eğitim süğresini kısaltmaktadır. Kodlayıcılar imagenet gibi veri setleri ile eğitilerek diğer algoritmalara eklemlenmektedirler. Bu tür kullanım ön eğitimli model olarak adlandırılmaktadır. Kamble ve arkadaşları efficientNetB4 ile UNet modelini birlikte kullanmışlardır. Bu çalışmada refuge, drishti-gs ve idrid veri setleri kullanılmıştır. Refuge veri seti ile optik diski bölütlemede %95.73 eğitim başarısı elde edilmiştir [22]. ResNet kodlayıcı model olarak sıklıkla tercih edilmektedir. Lin ve arkadaşları kodlayıcı olarak Resnet'i çalışmalarında tercih etmişlerdir. Temel model, optik disk segmentasyonu için UNet olarak seçilmiştir. Ön işleme adımında görüntü normalizasyonu ve clahe histogram eşitlemesi kullanmışlardır. Optik disk bölütlemesinde %89.1 eğitim kesinlik (precision) elde etmişlerdir [23].

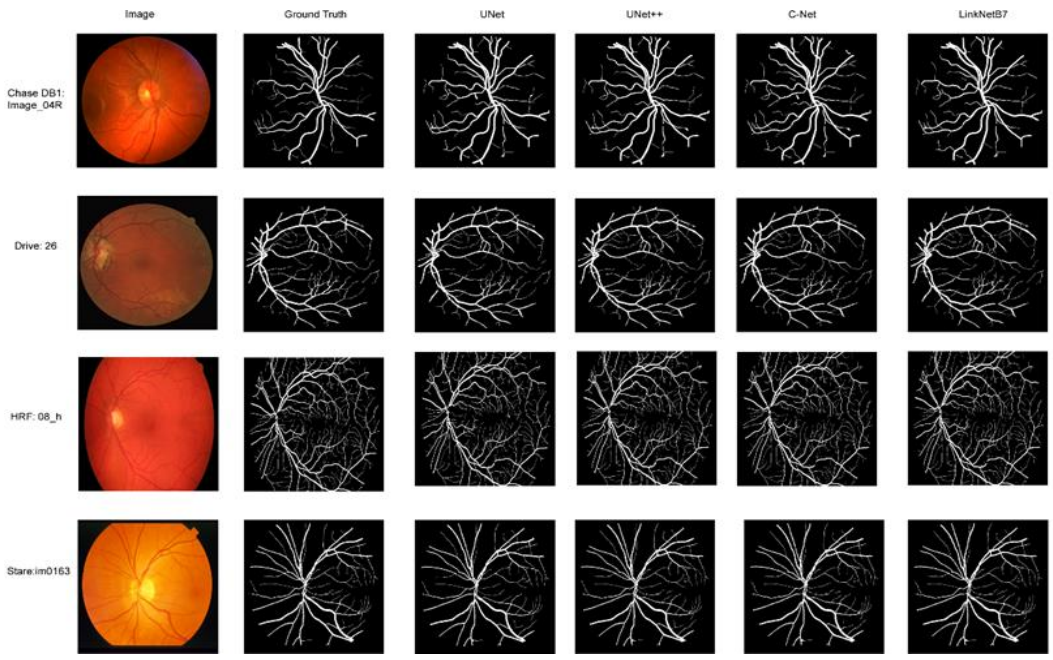
UNet dışında SegNet algoritması da hem temel haliyle hem de kodlayıcılarla birlikte kulllanılan bir modeldir. Božić-Štulić ve arkadaşları SegNet'e dayalı bir model sunmuşlardır. Bu çalışmada optik disk bölütlemesinde Messidor veri seti ile %97.3 eğitim başarısı elde edilmiştir. Çalışmada mean-shift yöntemi tercih edilmiştir. Bu yöntem ile optik disk bölgesi kümeleme yoluyla tespit edilmektedir [24]. Refuge'ün veri seti, optik disk segmentasyonu için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bir çalışmada farklı ekiplerin segmentasyon çalışmaları birleştirilmiştir. Bu araştırmaya göre, CUHKMED takımı 96.02{\%} başarı, Masker takımı 94.64{\%}, BUCT takımı 95.25{\%}, NKSG takımı 94.88{\%} ve VRT takımı 95.32{\%} zar doğruluğu elde etmişlerdir [25].

KARŞILAŞTIRMALAR

Bu başlık altında farklı çalışmaların eğitim başarısı ve zar doğruluğu değerlerinin karşılaştırmaları verilmiştir (Eğitim başarısı: EB, Zar doğruluğu: ZD). Tablo 1 farklı veri setleri ile farklı çalışmalarda elde edilen sonuçları karşılaştırmaktadır. Şekil 1 Unet, Unet++,C-Net, LinNetB7 ile elde edilen sonuçları göstermektedir.

Tablo 1. Damar bölütlemesi için çalışmaların karşılaştırmaları

	Drive		Chase		Stare		Hrf	
Referans	**EB**	**ZD**	**EB**	**ZD**	**EB**	**ZD**	**EB**	**ZD**
[12]	97.05	-	97.62	-	97.66	-	-	-
[14]	95.66	-	-	-	96.45	-	-	-
[19]	96.30	80.91	97.03	80.06	-	-	-	-
[11]	94.21	-	-	-	94.77	-	95.17	-
[15]	95.10	-	-	-	95.60	-	-	-
[9]	95.72	-	-	-	-	-	-	-
[16]	98.19	-	-	-	98.16	-	-	-
[17]	92.00	71.00	95.00	74.00	95.00	69.00	93.00	60.00
[26]	95.65	-	96.71	-	-	-	-	-
[10]	95.83	-	-	-	95.31	-	95.49	-
[18]	96.98	-	-	-	-	-	-	-
[27]	95.61	-	96.27	-	96.74	-	-	-

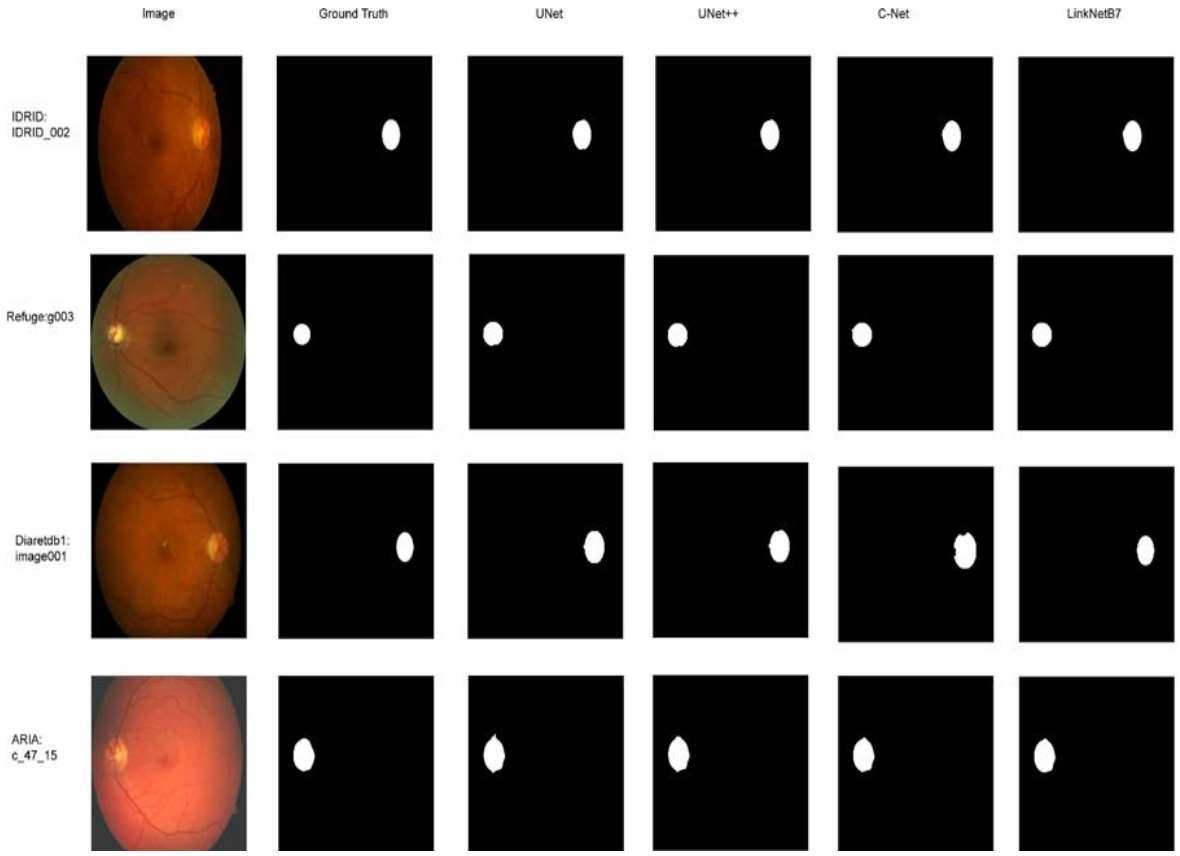


Şekil 1. Damar bölütlemesi için çalışmaların karşılaştırmaları

Tablo 2 3 farklı veri seti ile farklı çalışmalarda elde edilen sonuçları sunmaktadır. Şekil 2'de ise farklı temel algoritmalar ile elde edilen maske tahminleri yer almaktadır.

Tablo 2. Optik disk bölütlemesi için çalışmaların karşılaştırmaları

	Drishti-gs		Refuge		Messidor	
Referans	**EB**	**ZD**	**EB**	**ZD**	**EB**	**ZD**
[28]	-	97.80	-	96.01	-	-
[22]	-	-	-	94.70	-	-
[6]	-	97.84	-	95.73	-	-
[13]	-	95.50	-	-	-	-
[21]	-	-	-	78.53	-	-
[24]	-	-	-	-	97.30	-
[29]	-	-	-	-	86.60	-
[30]	-	97.80	-	97.76	-	-
[31]	-	99.74	-	98.22	-	-
[20]	-	98.76	-	-	-	-
[32]	99.66	-	-	-	-	-
[33]	-	-	-	96.08	-	-



Şekil 2. Optik disk bölütlemesi için çalışmaların karşılaştırmaları

SONUÇLAR

Günümüzde diyabet kaynaklı hastalıkların arttığı görülmektedir. Diyabetin gözü etkilediği türü olan diyabetik retinopi ise erken teşhis edilmediğinde körlüğe yol açabilmektedir. Bu durumda erken teşhis diyabetik retinopi için hayati öneme sahiptir. Gelişen bilişim teknolojileriyle birlikte bilgisayar destekli yöntemlerin hastalık

teşhisinde daha yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemler arasından derin öğrenme ve görüntü işleme yöntemleri öne çıkmaktadır.

Karşılaştırmalar sonucunda UNet modelinin damar ve optik disk bölütlemesinde temel model olarak tercih edildiği görüşmüştür. UNet farklı kodlayıcı modeller ile birlikte kullanılarak başarı artışı sağlanabilmektedir. Ayrıca eğitime alınacak görüntüler dilimlere ayrılarak olası piksel kayıplarının önüne geçilebildiği gözlemlenmiştir. Görüntüler eğitime alınmadan önce kontrast iyileştirme, histogram eşitleme, parlaklık normalizasyonu gibi görüntü işleme algoritmaları ile işlendiğinde başarının arttığı görülmüştür.

Sonuç olarak diyabetik retinopinin teşhisinde karar vericilere destek sağlayabilecek derin öğrenme ve görüntü işleme algoritmalarını birlikte bulunduran yöntemler geliştirilebilir. Bu sayede teşhisi başarısı artacak, maliyet ve teşhis süresi azalacaktır.

KAYNAKLAR

[1] Mali, K. P., Jadhav, B. T., & Mujawar, I. K. (2022). Study of Diabetic retinopia Detection Using Deep Learning Techniques, International Research Journal of Humanities and Interdisciplinary Studies Journal, Special Issue, 208-216. doi: https://doi.org/10.31590/ejosat.1011806.

[2] Guo, Y., & Peng, Y. (2022). CARNet: Cascade attentive RefineNet for multi-lesion segmentation of diabetic retinopia images, Complex & Intelligent Systems, 8, 1681–1701. doi: https://doi.org/10.1007/s40747-021-00630-4.

[3] Zhang, G., Sun, B., Chen, Z., Gao, Y., Zhang, Z., Yang, W., & Li, K. (2022). Diabetic retinopia Grading by Deep Graph Correlation Network on Retinal Images Without Manual Annotations, Frontiers in Medicine, 9, 1-9. doi: https://doi.org/10.3389/fmed.2022.872214.

[4] Mansour, S. E., Browning, D. J., Wong, K., Flynn, H. W., & Bhavsar, A. R. (2020). The Evolving Treatment of Diabetic retinopia, Clin Ophthalmol, 14, 653–678. doi: 10.2147/OPTH.S236637.

[5] Sinclair, S. H., & Schwartz, S. S. (2019). Diabetic retinopia–An Underdiagnosed and Undertreated Inflammatory, Neuro-Vascular Complication of Diabetes, Frontiers in Medicine, 10. doi: 10.3389/fendo.2019.00843.

[6] Tang, S., Qi, Z., Granley, J., & Beyeler, M. (2021). U-Net with Hierarchical Bottleneck Attention for Landmark Detection in Fundus Images of the Degenerated Retina, in Proc. International Workshop on Ophthalmic Medical Image Analysis, 62-71.

[7] Marrugo, A. G., & Millán, M. S. (2020). Optic disc segmentation in retinal images, Opt. Pura Apl., 43(2). doi: 10.2147/OPTH.S236637.

[8] Akyel, C., & Arıcı, N. (2020). A New Approach to Hair Noise Cleaning and Lesion Segmentation in Images of Skin Cancer, Journal of Polytechnic, 23(3), 821-828. doi: https://doi.org/10.2339/politeknik.645395.

[9] Maison, M., Lestari, T., & Luthfi, A. (2019). Retinal Blood Vessel Segmentation using Gaussian Filter, Journal of Physics Conference Series, 1376(1), doi: 10.1088/1742-6596/1376/1/012023.

[10] Y. YANG, F. SHAO, Z. FU, and R. FU, ”Blood vessel segmentation of fundus images via cross-modality dictionary 22 learning,” Applied Optics, vol. 57, no. 25, 2018.

[11] Y. Yang, F. Shao, Z. Fu, and R. Fu, ”Discriminative dictionary learning for retinal vessel segmentation using fusion 24 of multiple features,” Signal, Image and Video Processing, vol.13, pp. 1529–1537, 2019.

[12] Y. Jiang, C. Wu, G. Wang, H. Yao, and W. Liu, ”MFI-Net: A multi-resolution fusion input network for retinal 26 vessel segmentation,” PLOS ONE, vol. 16, no. 7, 2021.

[13] W. Zhou, Y. Yi, Y. Gao, and J. Dai, ”Optic Disc and Cup Segmentation in Retinal Images for Glaucoma Diagnosis by Locally Statistical Active Contour Model with Structure Prior,” Hindawi Computational and Mathematical Methods in Medicine, vol. 2019, 2019.

[14] Y. Ma, X. Li, X. Duan, Y. Peng, and Y. Zhang, ”Retinal Vessel Segmentation by Deep Residual Learning with Wide Activation,” Hindawi Computational Intelligence and Neuroscience, vol. 2020, 2020.

[15] M. Li, Q. Yin, and M. Lu, ”Retinal Blood Vessel Segmentation Based on Multi-Scale Deep Learning,” in Proc. Proceedings of the Federated Conference on Computer Science and Information Systems, pp. 117–123, 09-12 September 2018, Poznan, Poland.

[16] H. Boudegga, Y. Elloumi, M. Akil, M. H. Bedoui, R. Kachouri, A. B. Abdallah, ”Fast and efficient retinal blood vessel segmentation method based on deep learning network,” Computerized Medical Imaging and Graphics, vol. 37 90, 2021.

[17] L. S. Brea, D. A. De Jesus, S. Klein, and T. V. Walsum, ”Deep learning-based retinal vessel segmentation with cross-modal evaluation,” in Proc. Proceedings of Machine Learning Research, pp. 709–720, 2020, Rotterdam, The Netherlands.

[18] Z. Li, M. Jia, X. Yang, and M. Xu, ”Blood Vessel Segmentation of Retinal Image Based on Dense-U-Net Network,” micromachines, vol. 12, no. 12, 2021.

[19] T. Laibacher, T. Weyde, S. Jalali, ”M2U-Net: Effective and Efficient Retinal Vessel Segmentation for Real-World Applications,” in Proc. IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), Long Beach, CA, USA, 16-17 June 2019.

[20] H.N. Veena, A. Muruganandham, T. Kumaran, ”A novel optic disc and optic cup segmentation technique to diagnose glaucoma using deep learning convolutional neural network over retinal fundus images,” Journal of King Saud University – Computer and Information Science, [online] https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157821000422?via%3Dihub.

[21]Z. Erdoğan, ”U-Net Architecture Optimization For Optic Disc Segmentation In Retinal Images,” M.Sc. Thesis, Department Of Computer Engineering Computer Engineering Programme, Istanbul Technical University, 21 Istanbul, Turkey.

[22] R. Kamble, P. Samanta, and N. Singhal, Optic Disc, ”Cup and Fovea Detection from Retinal Images Using UNet++ with EfficientNet Encoder,” In Proc. of the International Workshop on Ophthalmic Medical Image Analysis, Lima, Peru, 8 October 2020.

[23] J. Lin, X. Liao, L. Yu, and J. Pan, ”Res-UNet Based Optic Disk Segmentation in Retinal Image,” Journal of Computers, vol. 31 no. 3, pp. 183-194, 2020.

[24] D. Boˇzi´c-Stuli´c, M. Braovi´c, and M. Braovi´c, ”Deep learning based approach for optic disc and optic cup semantic ˇ segmentation for glaucoma analysis in retinal fundus images,” International Journal of Electrical and Computer Engineering Systems, vol 11, no 2, 2020.

[25] J. Orlando, H. FU, J. Breda, K. Keer, D. Bathula, A. Pint, R. Fang, P. Hengh, J. Kim, J. Lee, J. Lee, X. Li, P. Liu, S. Lu, B. Murugesan, V. Naranjo, S. Phaye, S. Shankaranarayana, and H. Bogunovi´ca, Refuge challenge: a unified framework for evaluating automated methods for glaucoma assessment from fundus photographs. Med Image Anal. 2020;59:101570. doi:10.1016/j.media.2019.101570.

[26] B. Browatzki, J. Lies, and C. Wallraven, ”Encoder-Decoder Networks for Retinal Vessel Segmentation Using Large Multi-scale Patches,” in proc. International Workshop on Ophthalmic Medical Image Analysis, 2020, Lima, Peru.

[27] S. Guo, K. Wang, H. Kang, Y. Zhang, Y. Gao, T. Li, ”BTS-DSN: Deeply Supervised Neural Network with Short Connections for Retinal Vessel Segmentation,” International Journal of Medical Informatics, vol. 126, pp. 105-113, 2019.

[28] B. Liu, D. Pan, and H. Song, ”Joint optic disc and cup segmentation based on densely connected depthwise separable 23 convolution deep network,” BMC Medical Imaging, vol.21, no.14, 2021.

[29] A. Almazroa, W. Sun, S. Alodhayb, K. Raahemifar, and V. Lakshminarayanan, ”Optic disc segmentation for glaucoma screening system using fundus images,” Clinical Ophthalmology, vol. 2017, pp. 2017-2029, 2017.

[30] Z. Tian, Y. Zheng, X. Li, S. Du, and X. Xu, ”Graph convolutional network based optic disc and cup segmentation on fundus images,” Biomedical Optics Express, vol. 11, no. 6, pp. 3043-3057, 2020.

[31] W. Liu, H. Lei, H. Xie, B. Zhao, G. Yue, and B. Lei, ”Multi-level Light U-Net and Atrous Spatial Pyramid Pooling for Optic Disc Segmentation on Fundus Image,” in proc. Ophthalmic Medical Image Analysis 7th International Workshop, OMIA 2020, Lima, Peru, October 8, pp. pp 104–113, 2020.

[32] M. Tabassum, T. Khan, M. Arsalan, S. Naqvi, M. Ahmed, H. Madni, and J. Mirza, ”CDED-Net: 16 Joint Segmentation of Optic Disc and Optic Cup for Glaucoma Screening,” IEEE, vol.8 , pp. 102733 - 102747, 2020.

[33] H. He, L. Lin, X. Tang and Z. Cai, ”JOINED : Prior Guided Multi-task Learning for Joint Optic Disc/Cup Segmentation and Fovea Detection,” [Online] https://arxiv.org/abs/2203.00461

➢ *ORAL PRESENTATION*

Cognitive science studies on the category of time in daily communication of Vietnamese people (the case of conceptualmetaphor TIME IS A CONTAINER)

Phạm Thị Hương Quỳnh

Vietnam Institute of Linguistics, Applied Linguistics, Hanoi, Vietnam.

hqp2000@gmail.com

Abstract

Cognitive science studies the relationship between language and thought. in which culture and personal experience play an important role in shaping people's conceptual thinking. Conceptual metaphor is a way of thinking based on experience. The conceptual metaphor is universal. However, it has a typical color in a certain nation because of specific cultural contexts such as the characteristics of the times, ideological ideology, tradition, cultural exchange and adaption. This article focuses on the metaphorical analysis of the notion that time is a container, this is how people perceive time in Vietnamese language. Time is an idea that always exists in the mind of man because we experience time through the transformation of ourselves and of everything around us. Therefore, this is a fairly common conceptual metaphor in Vietnamese thinking. Survey material of the article is the conversations in daily life, it truly reflects Vietnamese people's feelings and ways of thinking about the world around them.

Keywords: conceptual metaphor, cognitive linguistics, time is a container, time

INTRODUCTION

Cognitive Linguistics believe that every nation and every culture has a unique thought framework that affects the way people think, speak and communicate. This article focuses on the metaphorical analysis of the notion that TIME IS A CONTAINER, this is how people perceive time in Vietnamese language. Time is an idea that always exists in the mind of man because we experience time through the transformation of ourselves and of everything around us. Therefore, this is a fairly common conceptual metaphor in Vietnamese thinking. Survey material of the article is the conversations in daily life, it truly reflects Vietnamese people's feelings and ways of thinking about the world around them.

MATERIALS AND METHODS

Overview of conceptual metaphor

Conceptual metaphor considers conceptuality as the basic unit of the spirit. The cognitive semantics languist Crue said that "The idea is the key factor to help the human cognitive activities effectively. They are organized into potential blocks of knowledge, describing the connection of things, phenomena, situations according to our experience "[quoted by Ly Toan Thang, 2009, p 279.]. The main concept is the result of the process of creating mental symbols - an element made up of three aspects: intelligence, emotion, and will. Currently, scientists put concepts in two relationships to study, one is conceptual in the relationship between language and culture; The second is the notion in the relationship between language and perception. In any relationship, the idea is always systematic. It means there will be a concept as a basis to develop all the remaining concepts into an interconnected system.

Conceptual metaphor has the structure "A is B", where A is the targetconcept and B is the source idea. Source domain irradiation to target region sheds light on the target domain. For example, LOVE IS THE JOURNEY, with LOVE is tatget domain, and JOURNEY as the source domain. The source of the JOURNEY will irradiate its characteristics such as destination, transportation, participants in the journey, etc. For example: You go your way, I go my way => parting, in which the idea of the path belongs to the journey.

The conceptual metaphor is thus universal, just as Lakoff once said, "We live by metaphor."

2.2. The empirical basis of the conceptual metaphor of TIME AS CONTAINER

Time is an abstract concept but is a unit that can be measured through changes in phenomena. For example, from a biological perspective, human birth, growth, maturity, and aging can be identified through physical transformation. For example, from black hair to gray hair, from shiny skin to wrinkles, etc. For plants, time is also measured in a closed development cycle, flowering plants. , fruiting, ripe fruit; green leaves and yellow leaves; ... are the marks of the time left. Therefore, human perception of time as well as human experiences of time is often very clear. People are often placed in three dimensions of time as present, past and future. The human experience of time can be illustrated with the following diagram:

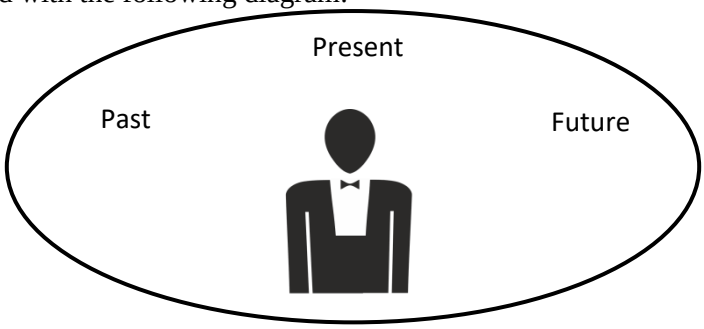


Figure 8. The Human Diagram in the three-dimensional space of time

People always live in the three-dimensional space of the past, present and future. The circle of time always continues between the three spatial regions, today is the present and today will become the past of tomorrow, tomorrow is the embodiment of the future. Therefore, people and things of the objective world are always in the movement of three dimensions of time. Looking at the diagram above, we see that people are aware of time through daily life, through years, through their own changes. That is why time is perceived as a container to contain everything. Perceptions of Vietnamese time are often divided into three basic directions. The first direction the person is at the destination and the movement time towards us are standing, for example *the beautiful future will come to you,...* The second direction the man moves through the time for example*I am confident to go to the future*, ... The third direction of time is an asset that people can use, for example, *Human life is only a span/ Who sleeps in the day, the remaining part is only half a span, time is gold, ...*

Structure of CONTAIN concept

CONCEPT IS THE SOURCE IDEA OF MANY CONCEPTUAL METAPHORS. SUCH AS:
THE BODY IS A CONTAINER FOR EMOTIONS
ANGER IS THE PRESSURE IN A CONTAINER.
ANGER IS THE HEAT OF FLUID IN A CONTAINER.
MIND IS A CONTAINER
NATION IS A NATION (CONTAINER)
AFFECTION IS PRESSURE IN A CONTAINER

The source domain of CONTAINER is usually the source domain of ontological metaphors. If the structure metaphor has a specific source domain and a more abstract target domain, then in the metaphor ontology both domains are abstract concepts. Therefore, the source domain in the structure metaphor often carries its specific characteristics to clarify the meaning of the target domain. For example, the itinerary source region will have characteristics such as destination, itinerary, people participating in the JOURNEY, etc. in order to irradiate to clarify the meaning for the destination domain LOVE, LIFE. The source domain in ontological metaphor has the function of demarcating space, perceiving abstract conceptual domains through concrete objects such as things, materials or containers. At present, cognitive science has gone very far, showing that most cognitive models, the radiating models of concepts, have been elaborately studied. Within the scope of this topic, when studying the radiating model of the CONTAIN concept, we also use this recorded research result. The commenters have put forward the conceptual diagram of the CONTAINER source domain as follows:

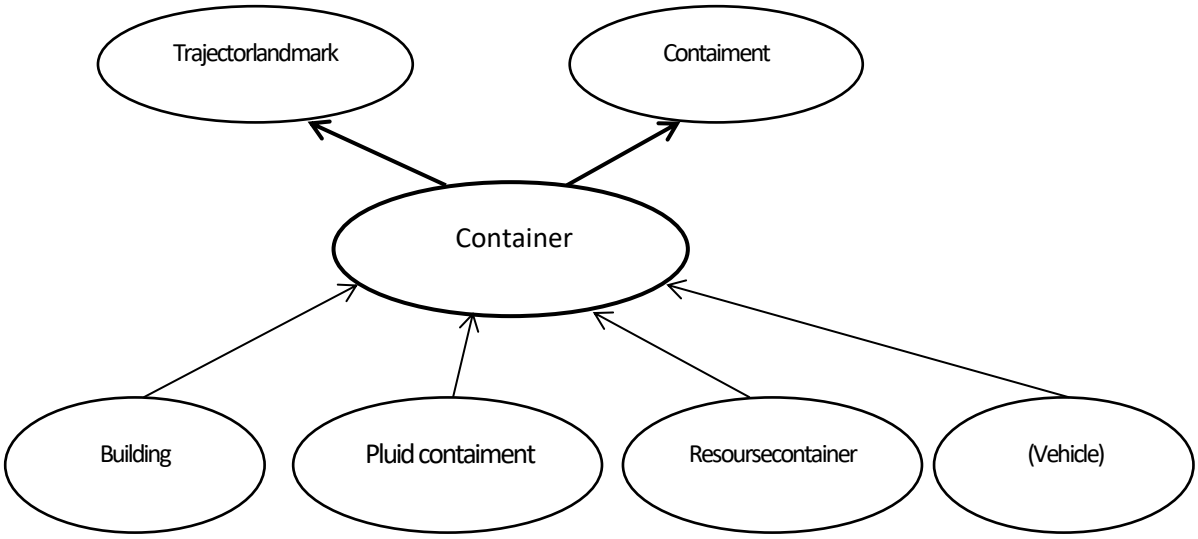


Figure 9. Conceptual diagram of the CONTAINER source domain [14]

Looking at the diagram, we see that there are two directions of the arrow, one direction from the CONTAINER concept to the other ideas and one direction from the arrow towards the central idea. This is explained as the arrows pointing to CONTAINER as secondary concepts, showing each feature of the main idea and it belongs to that main idea. The direction of the arrow from the center towards the outside means that the CONTAINER concept is the basic concept for other ideas. This is a manifestation of the network and the connection of ideas in the human spiritual world.

The CONTAINER conceptdomain with the above attributes that belong to the common humanity, but with each country, the attributes will have a different center-periphery due to the influence of culture. Depending on the ethnicity, this attribute is superior to the others. Culture includes two categories: material culture and spiritual culture. Among cultural values, there are national culture, regional culture and individual culture that will influence the thinking process of people.

RESULTS ("RESULTS and DISCUSSION" may be combined in a single title.)

Expression of metaphor TIME AS CONTAIN in language

Irradiation scheme of conceptual metaphor of TIME AS CONTAINER

The irradiation scheme of the conceptual metaphor of TIME AS CONTAINER is meant to illustrate the reference from the source domain to the destination domain. Based on the properties of the CONTAINER source domain, we formulate a mapping scheme as follows:

TIME target	CONTAIN source
The circulation of the past, present, future	Circle of container
Event occurred	Phenomenon of container
Time landmark	Signs of container
Change over time	Things of container
Time movement	Change of the object is contained within

Figure 10. Irradiation diagram of conceptual metaphor TIME AS CONTAINED

The irradiation scheme shows the correspondence between the source domain and the target domain. It is also the basis for finding and surveying in lexical expressions.

3.2. The linguistic expression of the conceptual metaphor of TIME AS CONTAINER

The characteristics of the CONTAINER source domain irradiate to the target time domain to concretize this abstract concept. First of all, time is coded as a container containing everything. Consider the following examples:

G: What kind of school did Mai Anh study there in the past?

M: He studied finance and banking in Taiwan

In the above language expression, *In the past*, it is a unit of the past time and the event "Mai Anh studied banking and finance in Taiwan" belongs to that past time. Thus, in the past, it is understood as a container for Mai's schooling event.

Ta: hey, you worked here in the second half of September?

T: Yes, I worked from ... well in September, until now

Ta: No but before, before

T: Before I only worked from 2008 until now, until September now I have come out, in Vinh, I have been working in Vinh always

Similarly, around the half of September, until now is also a container for the *working event*. *Before*, that is also a concept of time belonging to the past. In this conversation there is also the movement of time from the past to the present. It is a recollection in a closed cycle of three spatial regions. Within that period of time, events are objects.

- Only three years have I seen him back home.

- The last period, like the last period when the crisis of land occurred, many real estate giants got bankrupt.

- Friend's child nearmy room, she/he been studying for 3 years, but she/he dances everywhere she/he has money.

In the above linguistic expression, *the past three years*, it is a unit of the past time, it functions as a vote for the fact that the character in the speech did not return to the homeland and now the return to the homeland is an event taking place at a certain time that the subject is referring to. In another statement, *the past three-year* unit contains a baby's dance learning activity. Similarly, the *last period* is a unit of time that functions as *a land crisis event*.

1 month and 30 days he saw me give 30 bombs to get uranium, and if 1 day he saw 10 bombs, one day he saw 30 bombs and then stopped working then pay off 1 billion 29 days later just go to eat and play .

1 month and 30 days is the current time unit, the fact that *you saw me 30 bombs* contained in that period. This way of thinking shows that time is understood as a circular circumference, in which things happen and are limited to that circumference. Therefore, in a sentence, the unit of *1 day* is also the container for the number of 10 bombs, 30 bombs and the *next 29 days* are also the time category to contain eating and playing events.

But Ms. Nhung said that, in the past, she raised baby Trang ina too stunted manner.

Here, *in the past* is also a unit of the past time, in that unit is*Trang-named child raising*. Time passed is the repository of events. All events are in human memory encapsulated in time.

D: Well, there were hard old days, maybe people overcame the subsidy period

K: Subsidy is supposed to eat for decades

The unit of time in this statement is the *old days*, the old days signify the subsidy period. The era has passed as a cover of the hardships that the communicating characters want to talk to each other.

- During the time when I went to work, I only needed to go to work, but very rarely, I did not do execercise, I could only do exercise after retiring to take care of exercise.

Now, *the time when I went to work, after retirement*, is the concept of time. In the space of the time when *I was working*, I was very busy, so I came to the space after *retirement* to include physical activity.

- The day before I said I will change shifts so that I can go out in this afternoon.

The time in this statement is a point in the past, a point in the present. The past time is the *day before* and the present time is *this afternoon*. The story has a movement in the length of time and at each time it contains events of *shifting and going out*.

I have worked at that agency for 30 years.

30-year time is the container for the "*I have worked*" event

When I heard the news that my grandmother passed away, *in a moment* I really collapsed, so unexpected.

In a moment is a moment of time filled with painful, depressed emotions. So moment is a container.

My mother *struggled throughouther life*. My hometown is poor!

Throughout her life is a time filled with time of hardship.

After 87 years of schooling, he stayed at home for 2 years before continuing to study.

Two-year time is the container for *home stay*.

The above linguistic expressions show that the unit of time perceived as the container can be a moment, a period of a few years, a few decades to a lifetime. Obviously, this is a common way of thinking in the daily life of Vietnamese people.

DISCUSSION

This study has shown that Vietnamese people think about time at different ages. The reason for the difference is that due to age, old people often have more experiences in life than young people, conversely, young people have more ambitions and dreams than old people. That's why old people tend to think about the past time, don't attach too much importance to money, and young people often think about money, love, etc.

CONCLUSION

By analyzing the typical linguistic expressions in the conceptual metaphor of TIME AS CONTAINER, we find that the sense of time of Vietnamese people is mostly concentrated in the basic attribute of time as a container of things and time are felt more in the past, the present more. In particular, for the elderly, the sense of the past is very clear. The past is the place where memories, events and events have passed in life. For young people, the sense of time is often more present. This is also consistent with the psychological characteristics of Vietnamese people. Because Vietnamese people often tend to 'review the old situation', or take stories of family, children from private life, ... to tell each other. Ie individual ego is mingled in ourself. This is the exact opposite of the West, because Westerners value the self, the privacy.

ACKNOWLEDGEMENTS

Cognitive linguistics is not a mere theory of language but a research direction that synthesizes many scientific disciplines such as computer science, neuroscience, linguistics, etc. Cognitive learning aims to answer the question of how is the thought process formed? What psychological processes are involved in the formation of ideas in the human mind? Conceptual metaphor is a human way of thinking that helps us perceive the world through our own experiences. The conceptual metaphor of time is an example of how we think metaphorically.

REFERENCES

Evans, Vyvyan & Melaine Green. 2006. Cognitive Linguistics – An Introduction. Endinburgh: Edinburgh University Press

Elsevier, V. Evans (2009), How Words Mean: Lexical Concepts, Cognitive Models, and Meaning Construction, Oxford: Oxford University Press.

G. Lakoff (1987), Women, Fire and Dangerous Things, What Categories Reveal About the Mind Chicago, University of Chicago Press; cited.

G. Lakoff, M. Johnson (1980), Metaphors We Live By, The University of Chicago Press, Chicago and London.

G. Lakoff, M. Johnson (1999), Philosophy in The Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge to Western Thought, Basic Books; cited.

Geeraerts, Dirk & Hubert Cuyckens (Eds.). 2007. The Oxford Handbook of Cognitive Linguistics. New York: Oxford University Press.

Lý Toàn Thắng (2009), Ngôn ngữ học tri nhận từ lý thuyết đại cương đến thực tiễn tiếng Việt, (tái bản có sửa chữa bổ sung), NXB Phương Đông.

Kovecses (2002), Metaphor A practical introduction, Oxford University press. https://metaphor.icsi.berkeley.edu/pub/en/index.php/

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Investigation of the Effect of Bolt Assembly Parameters on Life by Finite Element Method.

Ali Kuscu[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4772-7413)*
Dilek Turan[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9747-6712)*
Seyid Fehmi Diltemiz [3] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-3952-4456)*

[*1]TUSAS Engine Industries Inc. (TEI), Eskisehir, Turkey
[2]Eskisehir Technical University, Aeronautics and Astronautics, Eskisehir, Turkey.
[3]Eskisehir Osmangazi University, Aeronautical Engineering, Eskisehir, Turkey.

alikuscu5@gmail.com

Abstract

Bolted joint is one of the most commonly used separable joint types utilised for gas turbine engines. It brings modularity for assembly and disassembly operations of gas turbine engines during on-site maintenance actions as well as giving chance to partial change of damaged parts instead of a complete replacement. Also, integrity of connection is another critical design criteria particularly under some excessive and combined operational conditions like ultimate loads with thermal effects. During the design process, optimized joint design should be achieved by considering all operating conditions including cold assembly to most demanding loads. Applying torque on the bolts during assembly creates a preload on the bolt and this pre-load enables keeping the joint at intended condition without loosening. Based on the literature, torque values vary for different applications and are specified based on the experiences even for the similar thread types.
Preload has a great role in the function of threaded connections. Unless sufficient amount of preload is provided, strength and durability of the joint aren't ensured properly.
This study is conducted to investigate and analyse the effect of assembly parameters on bolt life used for gas turbine engines. Calculations and analyses are carried out for 6 different assembly conditions with various level of torque, nut factor and lubrication methods.

Keywords: Preload, Bolt, Joints, Life.

INTRODUCTION

Bolted joints play an important role in the integrity and durability of a reliable engineering design. Their performance is critical in several industries such as aeronautical, oil, drilling, and nuclear. Working principle of bolted joints is mainly based on force interaction. Preload produced by applied torque on bolt or nut gives a clamping force on the fasteners.
In order for bolted joints not to be damaged during operation and for them to perform their duties fully, function and strain of the connection must be determined carefully. Selection of materials suitable for the working conditions, determination of the safety factor and selection of the assembly method and its control are also conditions to be considered when calculating the joint strength. Strength of a bolted joint is primarily determined by the stiffness of each fasteners and connected parts.

MATERIALS AND METHODS

Effect of the preloading force on the life and strength of the bolts is investigated by using different assembly variables (torque, nut factor, lubricationtype) for 6 different cases of the joints indicated in Figure.

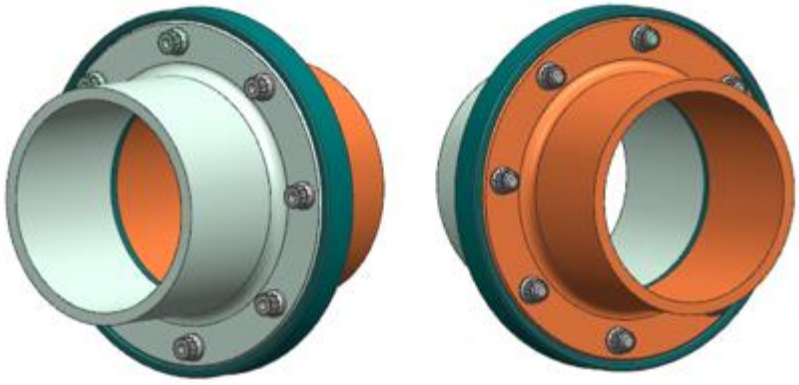


Figure 1. Bolted Joint

Bolts selected for the current system concept are double hexagon type of "AS48500-599" series bolts, which are frequently used in the aviation industry. Standard thread size of this bolt series is "0.250-28 UNJF-3A" and material is Inconel 718. Cross-sectional view and material information of the system are shown in Figure.

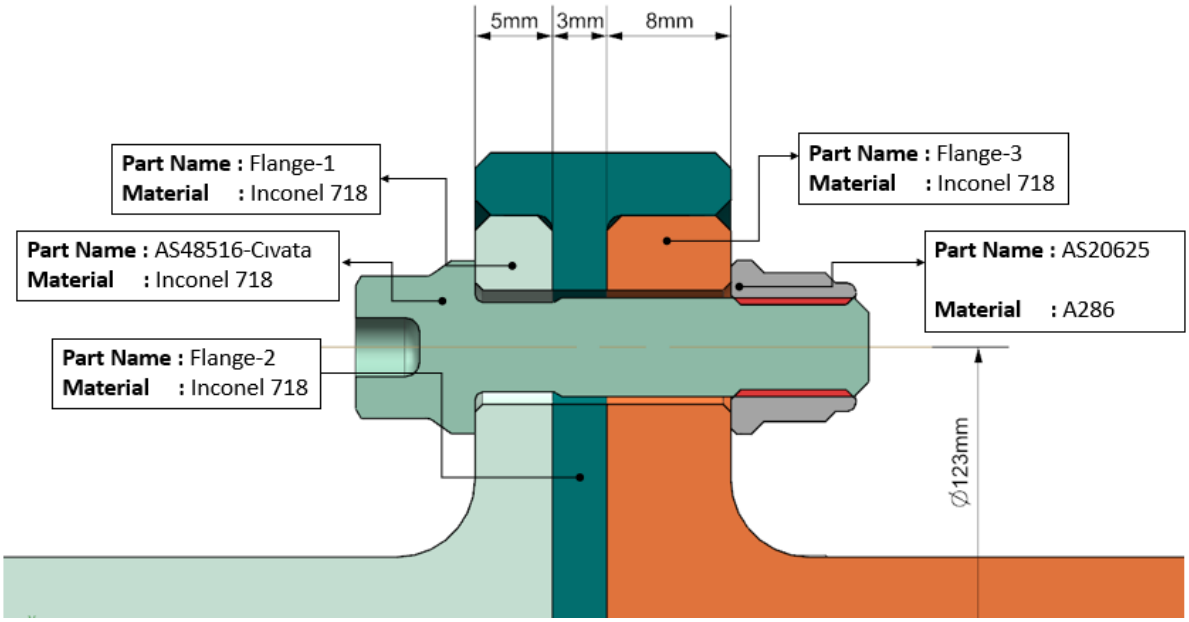
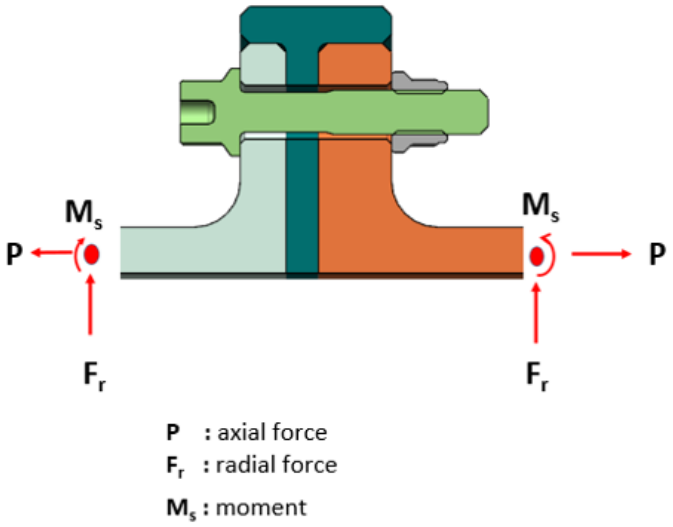


Figure 2. Section of Joint

System is exposed to external loads during operation, which are carried by pre-loading force. The external loads are indicated in Figure and assumed to be constant for all cases.



Loads	Unit	Value
P	N	13000
F_r	N	8500
M_s	Nmm	1600

Figure 3. External Loads on the Flange

Main parameters affecting preload are torque value, nut factor and lubrication factor during assembly process. Preloads are calculated for 6 different cases according to Equation 1.

$$F_{pre} = \frac{T}{K * D_h * (1 - \%torque\ reduction)} \quad (1)$$

D_h : Head Diamater of Bolt

F_{pre} : Preload

K : Nut Factor

T : Assembly Torque

Table 1. Preload Calculations

Cases	T (Nm)	Nut Factor (K)	Oil Type	Torque Reduction Constant for Oil	D_h (mm)	F_{pre} (N)
Case 1	2.9	0.18	SAE 40	0.35	11.13	2261
Case 2	3.9	0.18	SAE 40	0.35	11.13	3026
Case 3	4.9	0.18	SAE 40	0.35	11.13	3785
Case 4	6.1	0.2	SAE 0	0.4	11.13	4554
Case 5	7.1	0.2	SAE 30	0.4	11.13	5338
Case 6	8.2	0.2	SAE 30	0.4	11.13	6112

Finite element method is used for the assessments and details of analysis are explained. Hexagon elements are used in the finite element method. Bolt head of the flange is fixed and external loads are applied from the nut of flange interface. Any stress on the bolt were calculated under the preload and external loads. Forces are applied to the flange as a remote force from a distance of 8 mm.

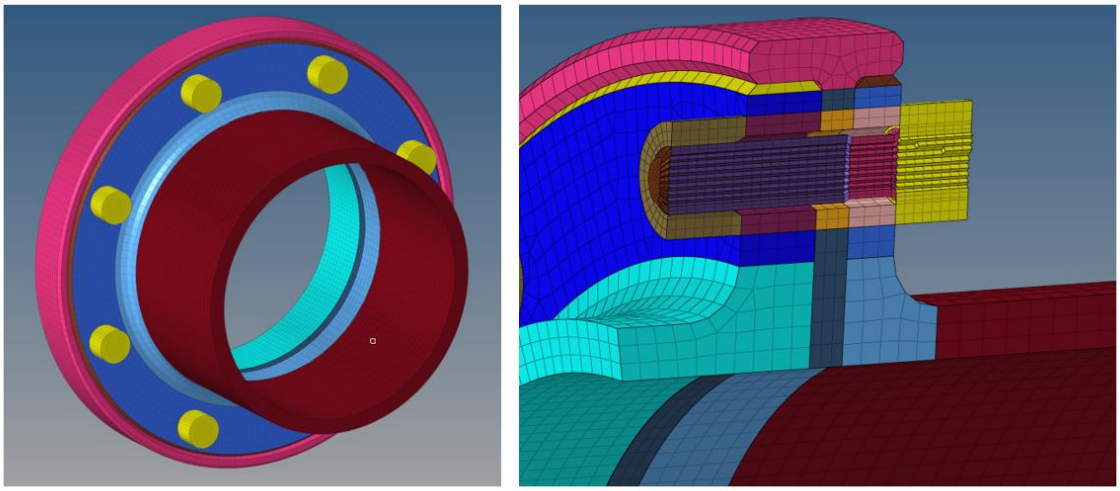


Figure 4. Mesh Type of Model

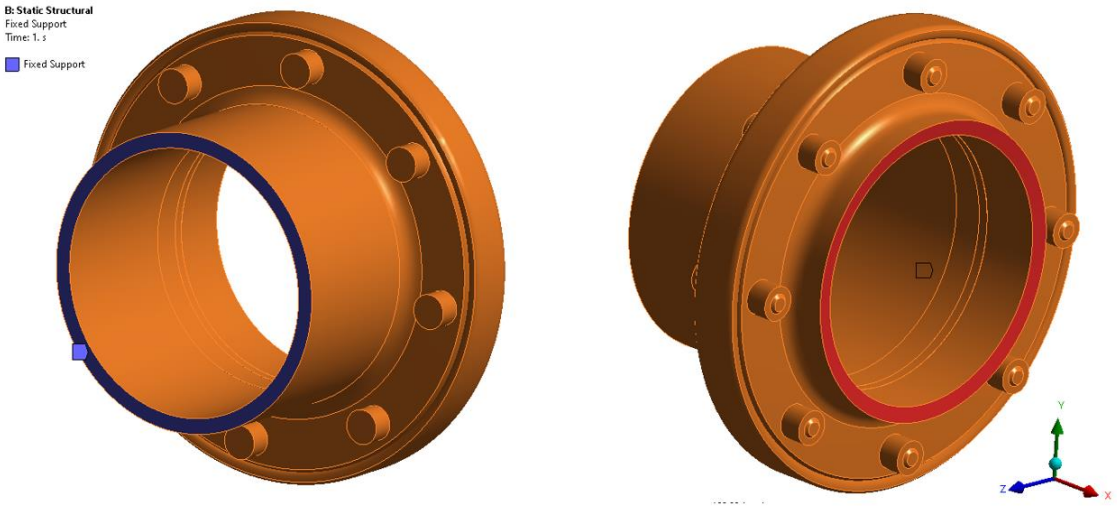
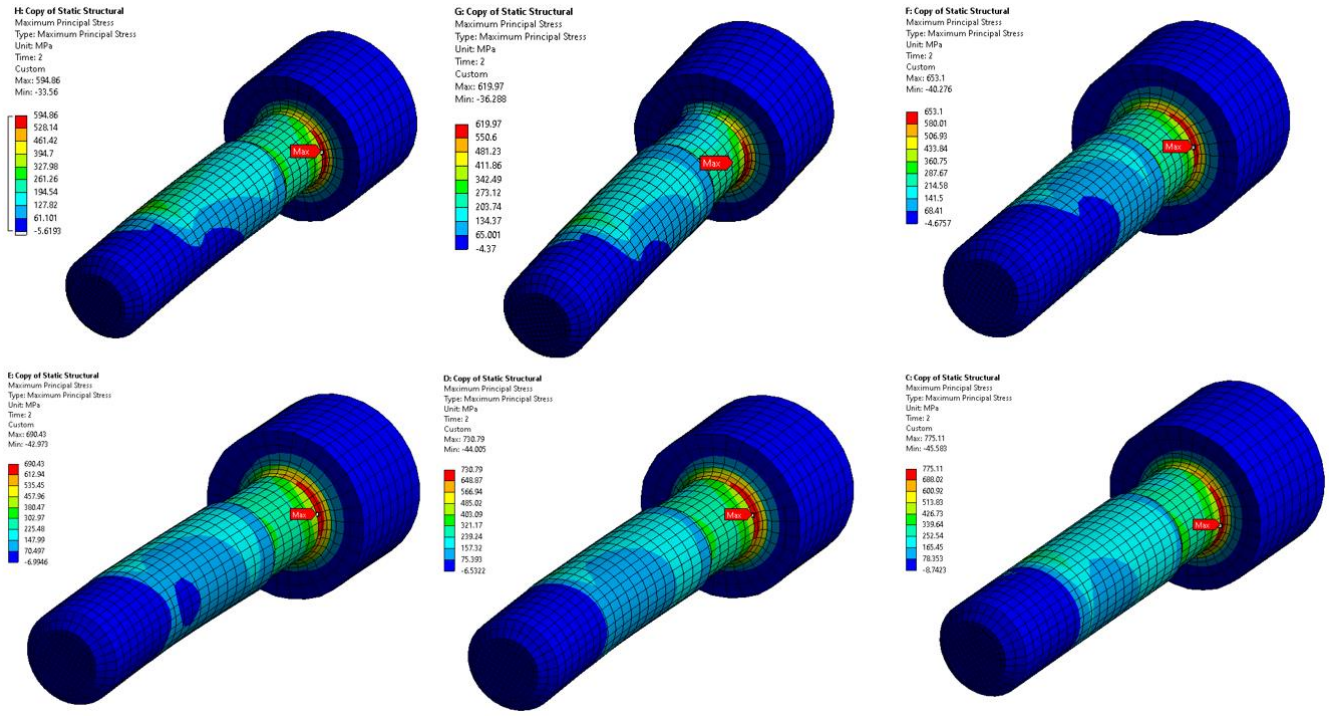


Figure 5. Boundary Conditions

Maximum stresses on the bolt resulting from preload and external loads occurred at the radius under the bolt head and are given in the

Table for 6 different conditions.



RESULTS and DISCUSSION

Calculations and analysis prove that alternating stress decreases as the preload force acting on the bolt increases.. Alternating stress depends on the difference between minimum and maximum stress, in other words, it depends on the amplitude. Assumptions are made and determined values used in the calculations are R'=-1 and A3=0.5 by considering material data of Inconel 718.

$$S_{max} = \frac{\left(S_{alt} * \frac{2}{(1-R)}\right) * (1-R)^{A3}}{(1-R\prime)^{A3}} \qquad (2)$$

Smax : Maximum Stress (Walker Coefficient)
Salt : Alternating Stress
R : Ratio Min Stress of Max Stress
A3 : Proportional Factor for Metals and Alloys

Table 2. Maximum Stress and Alternating Stress

Cases	Preload(N)	min Stress (MPa)	max Stress (MPa)	R	S_{alt} (MPa)	Smax (Walker)
Case 1	2261	207	594	0.348485	193.5	339.0265
Case 2	3026	275	619	0.444265	172	326.2943
Case 3	3785	344	653	0.526799	154.5	317.6295
Case 4	4554	414	690	0.6	138	308.5774
Case 5	5338	484	730	0.663014	123	299.6498
Case 6	6112	552	775	0.712258	111.5	293.96

The number of life cycles remaining in the material limits increases as the alternating stress decreases in the S-N curve of material, which means extended durability of the part

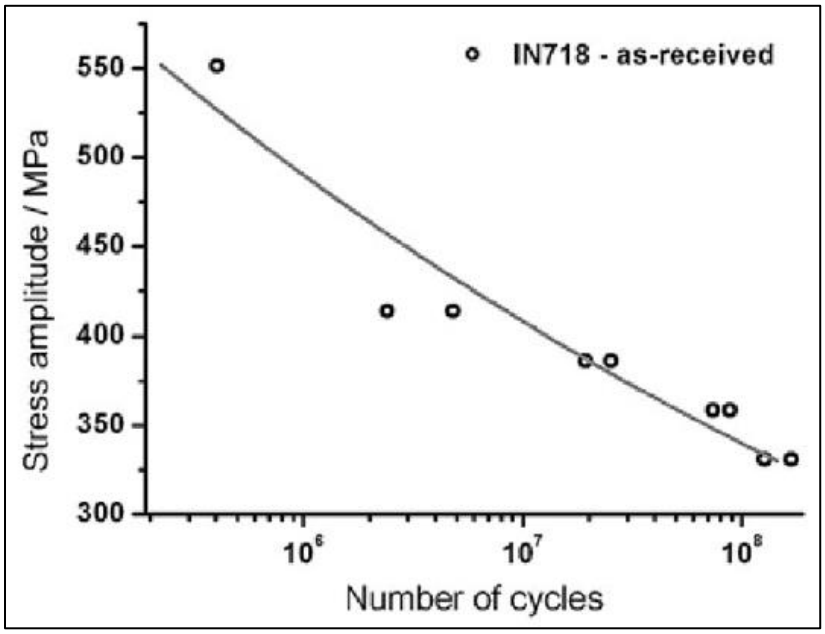


Figure 6. S-N Curve for Inconel 718

CONCLUSION

In this study, relationship between preload and its effect on endurance limit are investigated. Following conclusions can be derived:

- With the increase of bolt preload force under constant external loads, alternating stress decreases and bolt life increases. However, excessive preloading may cause plastic deformation with external loads, so the optimum preloading force should be determined by tests.
- The maximum stress occured at head to shank radius of bolt.
- The bolt threads were not fully modeled in the analysis. In further studies, thread modelling should be included and verification by testing should be accomplished.

ACKNOWLEDGEMENTS

First, the author wants to thank Tusaş Engine Industries (TEI) for providing opportunity and supporting to the study at Eskisehir Technical University.

The author would like to express his sincere and deep appreciation to Prof. Dr.Dilek Turan and Asst. Prof. Seyid Fehmi Diltemiz, their supervisor, for the professional supports and encouragement throughout the study.

The author also wants to thank his friends in TEI. Many thanks are given to Şevket Özcan for his help in analysis.

Finally, the author would like to dedicate this work to the members of his family who always stood behind him with great patience and encouragement.

REFERENCES

Bickford, John H., and Sayed Nassar. *Handbook of Bolts and Bolted Joints*. M. Dekker, 1998.

"Bolted Joint Design." *Scribd*, Scribd, https://www.scribd.com/doc/149440064/Article-Bolted-Joint-Design.

Choi, Y. and Lim, B. (2007). "Fatigue life prediction of highstrength bolt subjecting to torque." Key Engineering Materials, 345/346(1), pp. 299-302.

High Frequency Fatigue Test of in 718 Alloy - Researchgate. https://www.researchgate.net/publication/282209460_High_frequency_fatigue_test_of_IN_718_alloy_-_microstructure_and_fractography_evaluation.

Minguez, J. M. (2006). "Effect of torque tightening on the fatigue strength of bolted joints." Engineering Failure Analysis, 13(8), pp. 1410-1421.

NASALIFE—Component Fatigue and Creep Life Prediction Program. https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20140010774/downloads/20140010774.pdf.

Shahani, A. R., and I. Shakeri. "Experimental Evaluation of the Effect of Preload on the Fatigue Life of Bolts." International Journal of Steel Structures, vol. 15, no. 3, 2015, pp. 693–701., https://doi.org/10.1007/s13296-015-9015-5.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Hafifleştirilmiş Maliyeti Düşürülmüş M2 Sınıfı Yolcu Koltuğunun Geliştirilmesi

Songül Kılınç[1,2]* (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1035-477X), Uğur Akbaba[1], Seda Kayabaş[1], Onur Çelebi[1], İlker Turp[1]

*[1]Pilot Taşıt Koltukları Ar-Ge Merkezi, Bursa, Türkiye
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği ABD (Dr), Bursa, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: songul.kilinc@pilot.com.tr

Özet

Gerek gelişen teknolojiye ayak uydurmak için gerekse yakıt tasarrufu sağlayarak sürdürülebilirlik için taşımalı araç sektöründe önemli değişikliklere gidilmektedir. Avrupa Birliği (AB) 2050 yılına kadar karbon nötrlüğü elde edebilmesi için 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını araçlarda yüzde 50 azaltmayı hedefleyen iklim paketi sunmuştur. Avrupa'ya ihracat yapan bütün ülkeler de bu kapsamda sayılacaktır. Araçlarda hafifletme çalışmaları bu konuda ilk akıllara gelen inovasyonlar arasındadır. Her şeyden daha da önemlisi geleceğimize bir yaşam borcumuz bulunmaktadır. Bu hedefler doğrultusunda, araç üretiminde fayda, performans veya güvenlikten taviz vermeden toplam kütlenin ve maliyetin azaltılması amaçlanmaktadır. Araçlarda toplam ağırlık olarak bakıldığında, toplu taşımada ağırlık oranı fazla olan ve ergonomi bakımından en önemli ekipmanlardan biri olarak kabul edilen yolcu koltukları akıllara gelmektedir. Bu çalışmada, yolcu taşıma araçları sınıfına giren minibüslerin (M2 sınıfında) yolcu koltuğu iyileştirme çalışması faaliyetleri yürütülmüştür. Hafifleştirmenin yanı sıra dayanımı yüksek koltuk tasarımının geliştirilmesi ve yapılan fizibilite çalışması ile işçilik ve malzemeden %5 oranında maliyet iyileştirilmesi planlanmıştır. Yapılan iyileştirmeler sonucunda, olumsuz şartlarda yolcunun negatif yönde minimum etkilenmesi için hayati önem taşıyan ECE Avrupa Regülasyonlarına uygun emniyet kemerlerinin bağlantı noktalarının dayanım testi (UN ECE R14) uygulanmıştır. Üst piston çekme yükü 743 kg ve alt piston çekme yükü 906 kg olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra prototipi üretilen koltuk üzerinde arkalık dayanım testi ve yanal sacın dayanım testi ve sıcaklık dayanım testi gibi validasyon testleri ve yanmazlık testi uygulanmıştır. Tasarım değişikliği ile mevcut ürünlerden daha hafif, testlerde regülasyon beklentilerinin üzerinde reaksiyonlar veren ve maliyetli azaltılmış koltuk geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Araçlarda hafifletme, Maliyet kazancı, UN ECE R14, Yolcu koltuğu tasarımı

Development of Lightweight and Cost-Reduced New System Passenger Seats

Abstract

Fundamental changes have been made in the transportation vehicle sector, both in order to keep up with the developing technology and for sustainability by saving fuel. The European Union (EU) has presented a climate package that aims to reduce greenhouse gas emissions by 50 percent in vehicles by 2030 in order to achieve carbon neutrality by 2050. All countries exporting to Europe will also be counted within this scope. Lightening studies in vehicles are among the first innovations that come to mind. More importantly, we owe our future a life debt. In line with these targets, it is aimed to reduce the total mass and cost of vehicle production without compromising performance and safety. Considering the total weight of vehicles, the passenger seats, which are considered to be one of the most important equipment in terms of ergonomics and the weight ratio in public transportation, come to mind. In this study, passenger seat improvement activities were carried out for minibuses (in the M2 class) that are in the passenger transport class. In addition to lightening, it is planned to improve the design of the seat with high strength and to improve the cost of labor and materials by 5% with the feasibility study. As a result of the improvements made, the strength test of the attachment points of the seat belts, which is vital for the passenger to be minimally affected in adverse conditions, has been applied in accordance with the ECE European Regulations.

The upper piston tensile load is 743 kg and the lower piston tensile load is 906 kg. In addition, validation tests such as the backrest strength test, the strength test of the lateral sheet metal and the temperature resistance test, and the non-flammability test were applied on the seat whose prototype was produced. With the design and material changes, seats that are lighter than existing products, that react above the regulation expectations in the tests, and that are low cost, have been produced.

Keywords: Lightening in vehicles, Cost savings, UN ECE R14, Passenger seat design

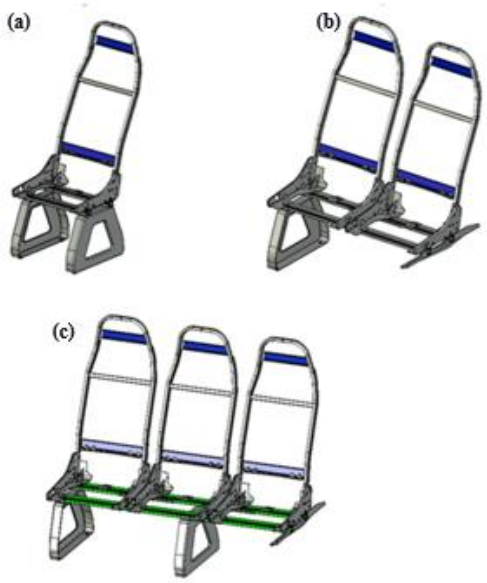
GİRİŞ

Gündelik hayatımızı kolaylaştıran ve yaşamda artık temel ihtiyaçlarımızdan biri olan ulaşım faaliyeti doğrudan sürdürülebilir çevre kavramı ile ilişkilendirilmektedir. Avrupa Birliği'nde 11 Aralık 2019 tarihinde Avrupa Komisyonu tarafından görüşülen "Avrupa Yeşil Mutabakatı" 2050 yılına kadar sera gazı salınımının sıfırlanacağını hedeflemişlerdir. 2021 yılı Çalışma Programı çerçevesinde Avrupa Komisyonu'nun, "sera gazı salınımlarını 1991 seviyelerine kıyasla 2030 yılına kadar en az %55 oranında azaltmak" hedefini belirlemişlerdir. Komisyon tarafından "Fit for 55" paketi 2021 tarihinde açıklanmıştır. "Fit for 55" paketi, AB'nin iklim, enerji, ulaşım, arazi kullanımı ve vergilendirme politikalarını belirlenen hedefe uygun hale getirmek üzere kabul edilmiştir (Avrupa Komisyonu, 2021c). IPCC (Uluslararası İklim Değişikliği Paneli) tarafından 2018 yılında yayımlanan bir raporda, önümüzdeki yıllarda iklim krizinden kaynaklanan dünya sıcaklığının artışının nasıl 1,5 ºC ile sınırlanacağı üzerine tartışılmıştır. Avrupa ve Dünya 2050 hedeflerini hızlı bir şekilde belirleyip aksiyonlar almak için yaptıkları çalışmalarına Türkiye'de 2053 yılında net sıfır taahhüdü vermiştir. Mirici ve Berberoğlu (2022) Türkiye için Avrupa Yeşil Mutabakatın bir fırsat mı yoksa tehdit mi olduğu üzerine değerlendirme yapmış ve Türkiye ekonomisi açısından ilk bakışta bu durumu tehdit olarak görseler de ekosistem kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından umut verici bir fırsat olarak değerlendirmişlerdir. Avrupa Birliği'nde sera gazı salınımlarında enerji sektörü başı çekerken, ikinci sırada ulaşım sektörü almaktadır. TÜİK raporlarında toplamda sera gazı salınımının %22.3'lük payını oluşturan ulaşım sektörünün çok büyük bir kısmının kara ulaşımından kaynaklandığını özellikle de yolcu araçlarından meydana geldiği açıklanmıştır (TÜİK 2021). TÜİK raporu göz önüne alındığında yolcu araçlarında CO_2 salınımı azalmak için yapılabilecek çalışmaların başında yakıt tüketimini azaltmak gelmektedir. Hem maliyet açısından hem de sera gazı salınımı azaltıp enerji verimliliğini arttırmak için araçlar üzerinde iyileştirme çalışmaları yapılmaktadır. Yapılan araştırmalar sonucunda, yeni çıkan birçok teknolojinin araç sınıfına da bağlı olarak yakıt tüketimine ve enerji verimliliğine etki sağlayacağı görülmüştür. Tahmini katkı oranı en fazla %10-15 oranla motor turbo sistemlerinden sonra %10 oranı ile araç ağırlık hafifletme çalışmaları gelmektedir (King, 2007). Araç sınıfına bağlı olarak yakıt tüketiminde potansiyel yapılabilecek yenilikler incelenmiştir. Hafif ve orta ağırlıktaki taşıtlar (M2) ve otobüsler (M3) için hibrit elektrik teknolojileri %40 yakıt ekonomisini etkilemektedir. Motor sistemlerindeki iyileştirme %20 etki ederken, sürtünmelerin azaltılması ve hafifletme çalışmaları %17 yakıt ekonomisine katkı sağlamaktadır (Vyas ve ark., 2002). Bu durum göz önüne alındığında araçlarda hibrit sisteme geçilmesi motor sistemlerindeki değişimler yatırım maliyeti yüksektir. Araçlarda hafifletme çalışmaları ilk akıllara gelen uzun ömürlü yeniliklerdendir. Toplu taşıma araçlarında ağırlık azaltma hedefi doğrultusunda sayı itibari ile de fazla yer kaplayan taşıt koltukları ilk akla gelen ekipmanlar arasındadır. Yüce, (2013) yaptığı araştırmalarda koltukların son yıllarda otomotiv sektöründeki hafifletme çalışmalarında önemli bir yer kapladığını öne sürmüştür. Malzeme değişikliğinin hafifleme de en etkili yöntemlerden biri olduğunu ve otobüs, minibüs üreticileri de tedarikçilerinden konfor ve güvenlik şartlarını da göz önünde bulundurarak hafif koltuk üretmesi beklediğini dile getirmiştir. Bu çalışmayı gerçekleştirmedeki amaç yolcu taşımada kullanılan minibüsler için koltuk hafifletme ve maliyeti düşürme çalışmaları kapsamında koltuk güvenlik ve konfor standardını sağlayarak yenilikçi koltukların geliştirilmesidir. Koltuk iskeletini oluşturan arkalık, duvar bağlantı braketi ve yanal sacı ekipmanlarında malzeme türü ve et kalınlığı değerlerinde iyileştirmeler yapılarak ağırlık hafifletme çalışmaları yürütülmüştür. Güvenlik ve konfor standartları açısından uygunluğu da ECE Avrupa regülasyonlarına uygun R14 emniyet kemeri bağlantı noktaları dayanım testi ve validasyon testleri ile doğrulanmıştır. Çalışmanın olumlu sonuçlanması durumunda diğer önemli parçalarında da malzeme değişikliğine gidilmesi ve alternatif yeni malzemelerin kullanımı için de çalışmalar başlatılmasının önü açılmış olacaktır.

MATERYAL VE METOD

Tasarım

Koltukların içerisinde bulunan tüm aparatlar ve parçalar belirlenmiştir, hafifletme için uygun sac parçaları kullanım yerine göre işlem fonksiyonunu kaybetmeden alternatif malzemeler belirlenmiş ve tasarımsal değişiklikler gerçekleşmiştir. Şekil 1'de gösterilmiş olan yolcu koltuklarının iskelet yapısı tekli iki ayaklı koltuk (a), ikili cam bağlantılı (b) ve üçlü cam bağlantılı (c) olacak şekilde tasarlanmıştır. CAD çizimleri bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. CAD çizimleri üzerinden malzeme seçimleri değiştirilerek ve tasarımda eskiye göre iyileştirmeler yapılarak koltuğun toplam ağırlığı bakımından hafifleştirme yapılmıştır. Tasarımı gerçekleşen koltukların prototip üretiminin gerçekleştirebilmek için kalıp tasarımı, kalıp imalatı ve ekipman aparat tasarımı da gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Tasarımı gerçekleşen hafifleştirilmiş (a) Tekli iki ayaklı koltuk, (b) İkili cam bağlantılı koltuk, (c) Üçlü cam bağlantılı koltuk

Tasarıma Etki Eden Etmenler

Malzeme - Kesit Kalınlığı

Koltuk arkalık ve duvar bağlantı ekipmanı için yüksek mukavemet yapısı ve iyi kaynaklanabilir özelliğinden dolayı S420MC (DIN 1.0980) yapısal çeliği kullanılmaktadır. Yapısal çeliğin kimyasal bileşimi Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 2'de de çeliğin mekanik özelliği verilmiştir.

Yanal saclar S420MC çeliğinden 3 mm kalınlığında üretilirken S500MC çeliği ile 2,5 mm kalınlığına düşürülmüştür. Tasarım olarak da değişiklik gerçekleştirmiştir. Duvar bağlantı braketi S420MC sacı ile 4 mm kalınlığında üretilirken, S500MC sacı ile kalınlık 2,5 mm'ye düşürülmüştür.

Tablo 1. S420MC Çeliğinin kimyasal bileşimi (%Ağ.) (Steel Number, 2022)

C		Si		Mn		P		S		V		Nb		Ti		Al	
max	**0.12**	max	0.5	max	1.6	max	0.025	max	0.015	max	0.2	max	0.09	max	0.15	min	0.015

Tablo 2. S420MC Çeliğinin mekanik özellikleri (Steel Number, 2022)

Çekme Gerilmesi (MPa)	**480 - 620**
Min. Akma Mukavemeti (MPa)	420
3mm'de minimum uzama (%)	16
3mm'den sonra uzama (%)	19

Ağırlık olarak hafifletme yaparken parçaların mukavemetini de arttırarak hafifletme yapılması planlanarak aynı tür yapısal çelik olan S500MC (DIN 1.0984) alternatif kullanılarak koltuk arkalığı ve duvar bağlantı ekipmanının üretimi gerçekleştirilmiştir. S500MC çeliğinin kimyasal bileşimi Tablo 3'de verilmiştir. Ağırlığı fazla olan ekipmanlar belirlenerek ağırlık düşürme yapabilmek için kalınlıklarında değişiklikler yapılmıştır.

Tablo 3. S500MC Çeliğinin kimyasal bileşimi (%Ağ.) (Steel Number, 2022)

C		Si		Mn		P		S		V		Nb		Ti		Al	
max	**0.12**	max	0.5	max	1.7	max	0.025	max	0.015	max	0.2	max	0.09	max	0.15	min	0.015

Tablo 4. S500MC Çeliğinin mekanik özellikleri (Steel Number, 2022)

Çekme Gerilmesi (MPa)	**550 - 700**
Minimum akma mukavemeti (MPa)	500
3mm'de minimum uzama (%)	12
3mm'den sonra uzama (%)	14

Tasarım Doğrulama

Tasarımı gerçekleşip kalıp tasarımı ve üretimi gerçekleştirdikten sonra ekipmanlarının toplanması ile prototip koltuk üretimi gerçekleşmiştir. Avrupa'ya bir aracın ticarileştirebilmek için koltuklarının, Avrupa Regülasyonlarına göre emniyet kemeri bağlantı noktaları dayanımı testi standardı olan UN ECE-R14 regülasyon sertifikasına sahip olması gerekmektedir. Test sırasında koltuktaki emniyet kemeri düğüm noktalarının test kuvvetlerini karşılaması gerekmektedir. Bu regülasyona göre ölçüleri belirli alt ve üst çekme aparatları ile statik yükler koltuğa uygulanmaktadır (Öztürk ve Şendeniz, 2014). Koltuktaki emniyet kemeri bağlantı noktaları çekme testi kuvvetlerini ve test sırasında koltuktaki emniyet kemeri düğüm noktalarının test kuvvetlerini karşılaması gerekmektedir. Alt ve üst çekme aparatları ile statik yükler koltuğa uygulanmaktadır. Alt ve üst piston kuvvetleri araç sınıfına göre değişmektedir.

M2 sınıfı araçlar için üst piston : 675 kg

M2 sınıfı araçlar için alt piston: 675 kg + (10 x kA)

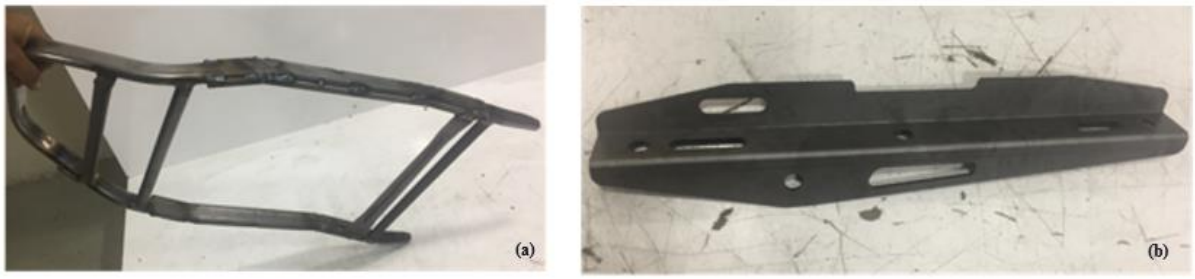
Minibüs koltuğu için tasarlanan yolcu koltuğu R14 testi, Pilot Taşıt Koltukları Ar-Ge Merkezi test laboratuvarında, üst piston çekme yükleri standart yüklerin yaklaşık %10 fazla olacak şekilde 743 kg ve alt piston 906 kg olarak belirlenip gerçekleştirilmiştir.

Validasyon testlerini gerçekleştirmek için pnömatik test cihazına ölçüm yapılacak koltuk test cihazına bağlanmıştır. Arkalığın dayanımını ölçmek için 150.000 tekrar olacak şekilde 300N yük koltuğun arka kısmına gelecek şekilde uygulanmıştır. Bu test ile koltuk arkalığında oluşabilecek kalıcı deformasyon tespit edilecektir. Oturak yanal sac dayanımı testi için de 120 kg yük altında 300.000 tekrar altında gerçekleştirilmiştir. Test için hazırlanan koltuk, belirli çevresel koşullarına göre sıcaklık ayarı yapılarak sıcaklığın ekipman üzerindeki etkisini görmek için iklim odası içerisinde sıcaklık dayanım testi yapılmıştır. Koltuk +40 ºC'de 17 saat sonrasında +70 ºC'de 7 saat %95 nem olan ortamda bekletilmiştir. Bu süreç 4 defa tekrarlanmıştır. Koltuk üzerinde sıcaklığa bağlı oluşabilecek deformasyonlar incelenmek istenmiştir.

Motorlu araçların içyapılarında birçok tekstil ürünü kullanılmaktadır. Bu malzemelerin tutuşabilme, yatay veya dikey yanma hızı ve erime davranışları gibi çeşitli yanma davranışları Avrupa regülasyonlarına göre ECE 118 düzenlemelerine uygun olmak zorundadır. Koltuk süngerine ECE R118.02 standardına uygun Annex 7 yanma testi, Annex 6 yatay yanma ve Annex 8 dikey yanma testi uygulanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tasarımı gerçekleştirilen yolcu koltuğunun prototip üretimi gerçekleştirilmiştir. S420MC çeliği ile MS500MC çeliği karşılaştırıldığında, kimyasal bileşimlerinde bir farklılık olmadığı halde (Mn değerinde %0.1'lik artış) mekanik özelliklerinde iyileşmeler gözlenmiştir. Arkalık sacı S420MC ile üretildiğinde sacın ağırlığı 4,46 kg gelirken, S500MC ile üretildiğinde 3,95 kg olarak ölçülmüştür. Duvar bağlantı braketi S420MC sacı ile 4 mm kalınlığında üretilirken, S500MC sacı ile kalınlık 2,5 mm'ye düşürülmüştür.



Şekil 2. (a) Hafifletilmiş arkalık, (b) Hafifletilmiş duvar bağlantı braketi

Oturak yanal sacı S420MC çeliğinden 3 mm kalınlığında üretilirken S500MC çeliği ile 2,5 mm kalınlığına düşürülmüştür. Tasarım olarak da değişiklik gerçekleştirmiştir (Şekil 3). Toplam ağırlığı 2,42 kg olarak ölçülmüştür.



Şekil 3. Yeni tasarlanan oturak yanal sacı görüntüsü

Aracın toplam ağırlığının düşürülmesi ve kazançların sağlanmasıyla birlikte olumsuz şartlarda yolcunun negatif yönde minimum etkilenmesi için hayati önem taşıyan emniyet kemerleri bağlantı noktalarının dayanımı testi (UN ECE R14) yapılmıştır. Koltuğun testi başarı ile geçebilmesi için deney sırasında; koltuk parçalarının, bağlantılarının veya aksesuarlarının hiçbirinin tamamen ayrılmamalıdır. Birkaç bağlantı kısmen kopsa ve bütün kilitleme sistemleri kilitli kalsa bile, koltuk platforma bağlandığı haliyle kalmalıdır. Ayrıca koltuğun üzerinde bulunan aksesuarların veya parçaların herhangi birinde yaralanmaya sebep olabilecek keskin, sivri kenar oluşmamalıdır. Test sonucunda koltukta oturan yolcunun yönetmelikçe belirlenen kriterlere göre ciddi olarak yaralanmaması gerekmektedir. Şekil 4'deki gibi koltuk test cihazına bağlanmıştır. UN ECE R14 standardına uygun çekme testi için üst piston çekme yükü 743 kg ve alt piston 906 kg olarak belirlenmiştir. Koltuk hareketinde belirlenen standart deplasman mesafesinden daha az yer değiştirme görülmüştür. Tasarım çekme testini başarı ile geçmiştir.



Şekil 4. Emniyet kemeri çekme dayanımı testi ECE R14'ün uygulama görüntüsü

Validasyon testlerini gerçekleştirmek için pnömatik test cihazında ölçüm yapılmak üzere uygun şekilde koltuk test cihazına bağlanmıştır (Şekil 5). Arkalığın dayanımını ölçmek için 150.000 tekrar olacak şekilde 300N yük koltuğun arka kısmına gelecek şekilde uygulanmıştır. Test öncesi arkalığın yerleştirildiği platformda kolona uzaklığı 19 cm ölçülmüş test sonrası arkalığın kolona olan uzaklığın 19,1 cm civarında olduğu görülmüştür. Kuvvetin uygulandığı noktada kalıcı deformasyonun 20 mm veya altı olması gerektiğinde ve koltuk test sonrası işlevselliğini kaybetmemesinden dolayı test başarılı sonuçlanmıştır.



Şekil 5. (a) Arkalık dayanım testi öncesi, (b)Arkalık dayanım testi sonrası koltuk görüntüsü

Oturak yanal sac tutucunun dayanım testi için 120 kg yük altında 300.000 tekrar altında gerçekleştirilmiştir. Test sonucunda yapılan incelemelerde oturak tutucu sac yüzeyinde herhangi bir deformasyon oluşumu gözlenmemiştir.



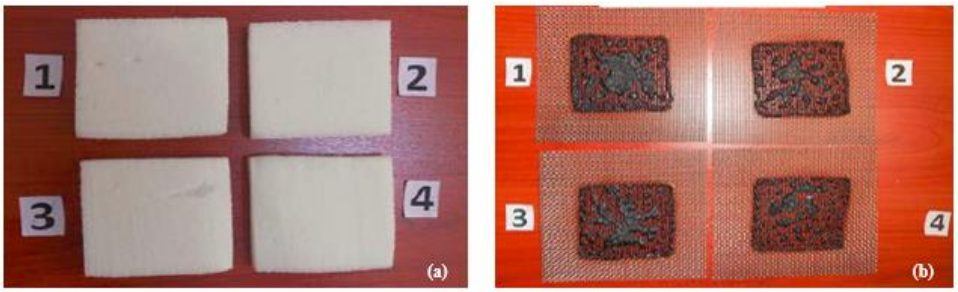
Şekil 6. Oturak tutucu saç dayanım testi

İklimlendirme odası içerisinde sıcaklık dayanım testinde koltuk +40 ºC'de 17 saat sonrasında +70 ºC'de 7 saat %95 nem olan ortamda bekletilmiştir. Bu süreç 4 defa tekrarlanmıştır. Test tamamlandığında koltukta herhangi bir renk değişimi, yırtık ve yanma davranışı görülmemiştir. Koltukta deformasyona rastlanmamıştır.

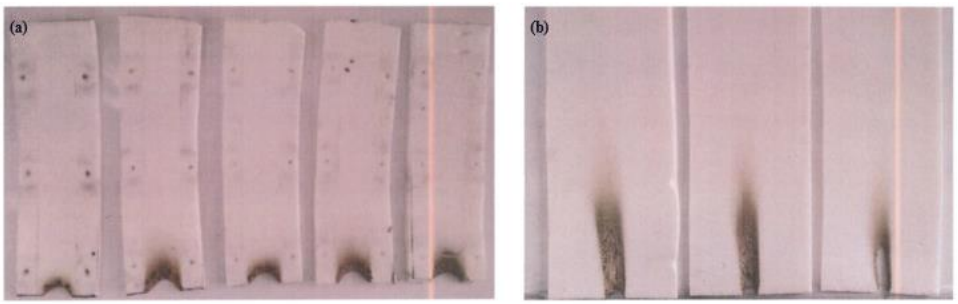


Şekil 7. İklimlendirme odasında (a) Sıcaklık dayanım testi öncesi koltuk görüntüsü, (b)Sıcaklık dayanım testi sonrası koltuk görüntüsü

Koltuğun süngerinin tutuşabilme, yatay veya dikey yanma hızı ve erime davranışları gibi çeşitli yanma davranışları ECE R118.02 Annex 7 yanma testi Şekil 8'de erime testi öncesi ve erime testi sonrası görüntüleri verilmiştir. ISO 3795 standardına uygun, 13mm kalınlığına sahip beş adet 356 x 100 x 12.5mm'lik numune, U şeklindeki bir tutucuya monte edilmiştir ve bir yanma odasında 15 saniye boyunca iyi tanımlanmış ve düşük enerjili aleve maruz bırakılır. Alev numunelerin serbest ucuna uygulanmaktadır. Çıkan sonuçlar doğrultusunda yanmazlık testini başarı ile geçmiştir. Annex 6 yatay yanma ve Annex 8 dikey yanma testi test öncesi ve sonrası görüntüleri Şekil 9'da verilmiştir. Yanma görüntülerinde ve sonuçlarında herhangi bir uygunsuzluk bulunamamıştır.



Şekil 8. ECE R-118.02 Annex 7 erime davranışı (a) erime testi öncesi, (b) erime testi sonrası



Şekil 9. Sünger yanmazlık testi ECE R-118.02 (a) Annex 6 yatay yanma testi, (b) Annex 8 dikey yanma testi

SONUÇ

Yolcu taşımada kullanılan minibüsler için koltuk hafifletme ve maliyeti düşürme çalışmaları kapsamında ekipman malzemelerini ve et kalınlıklarını revize ederek koltuk güvenlik ve konfor standardını sağlayarak yenilikçi koltuklar geliştirilmiştir. Tasarımı başarı ile gerçekleşen koltukların prototip üretimi gerçekleşmiştir. ECE Avrupa Regülasyonlarına göre R14 standardındaki emniyet kemeri bağlantı noktaları dayanım testi başarı ile sonuçlanmış ve standarda uygunluğu belgelenmiştir. Validasyon testlerinden arkalık dayanım testinde kalıcı deformasyonun 20 mm sınırı sağlanmıştır. Koltuk üzerine uygulandığında herhangi bir çatlak, kırık veya deformasyon gözlenmemiştir. Aynı zamanda koltuk, toplamda 96 saat 40 ºC ve 70 ºC'de bekletildiğinde koltuk yüzeyinde renk değiştirme veya deformasyon gözlememiştir. Koltuğun süngerinin yanma davranışı testleri sonucunda koltuk süngeri başarı ile testten geçmiştir. Bunun sonucunda ekipmanların S420MC çeliği yerine ekipman et kalınlığının düşürülmesine karşın alternatif olarak S500MC çeliği kullanılabilirliği onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

Projemiz Pilot Taşıt Koltukları Ar-Ge ve Tasarım Merkezi kapsamında yürütülen ve başarı ile tamamlanan bir projedir. Bu doğrultuda projede emeği geçen tüm personellere ve prototip-test merkezinin kullanım imkanı sağlayan Pilot Taşıt Koltukları A.Ş. ailesine teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Avrupa Komisyonu (2021c). European Green Deal: Commission Proposes Transformation of EU Economy and Society to Meet Climate Ambitions, European Commission, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_3541.

King, J. (2007). The King Review of low-carbon cars: part I: the potential for CO2 reduction.

Mirici, M. E., & Berberoğlu, S. (2022). Türkiye Perspektifinde Yeşil Mutabakat ve Karbon Ayak İzi: Tehdit Mi? Fırsat Mı?. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 8(1), 156-164.

Öztürk, F., & Şendeniz, G. (2014). Yolcu koltuklarında topoloji tasarım yaklaşımları ile optimizasyon. *OTEKON, 7,* 26-27.

TÜİK (2021). Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990 – 2019, Türkiye İstatistik Kurumu Haber Bülteni, 30 Mart 2021/37196, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Greenhouse-Gas-Emissions-Statistics1990-2019-37196.

Vyas, A., Saricks, C., & Stodolsky, F. (2003). The potential effect of future energy-efficiency and emissions-improving technologies on fuel consumption of heavy trucks (No. ANL/ESD/02-4). Argonne National Lab., IL (US).

Yüce, C. (2013). Yeni Nesil Ticari Araçlar için Hafifletilmiş Yolcu Koltuğu Tasarımı ve Prototip İmalatı (Doctoral dissertation, Bursa Uludag University (Turkey)).

http://www.steelnumber.com/en/steel_composition_eu.php?name_id=207, 11.11.2022

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Development of fragrant textiles by cyclodextrin inclusion complexes of peppermint oil

Gülşah Ekin Kartal[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7364-7049*)

[*1]Dokuz Eylül University, Engineering Faculty, Textile Engineering Department, İzmir, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: gulsah.kartal@deu.edu.tr

Abstract

In this study; it is intended to encapsulate peppermint oil by molecular encapsulation for use in aromatherapy. For this purpose, inclusion complexes of peppermint essential oil with beta cyclodextrin were formed. Characterization studies of the obtained complexes were carried out with Scanning Electron Microscopy (SEM), Differential Scanning Calorimeter (DSC) Analysis and Gas chromatography (GC-MS) analyzes. The complexes in powder form were applied to 100% cotton fabric with impregnation method and the resistance of the fabrics to 5 washings was examined. According to the analyses made, it has been seen that complexes containing peppermint oil can be used especially in areas where it is desired to give a pleasant smell and relaxing effect.

Keywords: Peppermint oil, cyclodextrin, cotton, essential oil, fragrant textiles

INTRODUCTION

Mint is a well-known natural herb that grows in most countries with different climates. The peppermint plant contains more than 40 different chemical compounds (including menthol, menthone, and menthyl acetate), and its consumption safety has been proven by studies. Members of the mint genus are characterized by essential oils of great economic importance, used by the flavor, fragrance and pharmaceutical industries. This herb is used in folk remedies and traditional medicine for its antitumor and antimicrobial properties, chemopreventive potential, kidney movements, antiallergenic effects, as well as for reducing cramping, digestive complaints, nausea, for the treatment of digestive disorders, diarrhea and nervous system actions. widely used. Mint preparations include leaves, leaf extracts and water, although the plant is mainly grown for its essential oil, which is distilled from freshly picked leaves (Meamarbashi, 2014; Loolaie et al., 2017; McKay and Blumberg, 2006; Grigoleit and Grigoleit, 2005). Peppermint oil has found wide application in the pharmaceutical, food and cosmetic industries. Peppermint oil contains a rich amount of pulegon. Pulegon is a monoterpene, hepatotoxic and pneumotoxic (Özgüven and Kırıcı, 1999; Chan, 2001).

The stability of essential oils can be increased using molecular encapsulation technology. Since essential oils are adversely affected by external factors under normal conditions, the effects of the properties they contain are limited. For this reason, oils should be stored in a cavity in order to reduce their volatile properties and increase their long-term use. For this purpose, cyclodextrins appear as one of the methods used. Supramolecules are complexes formed by the combination of two or more molecules, ions or coordination compounds with different properties through intramolecular interactions. Most of these interactions are of the host and guest type. In supramolecular chemistry, host molecules are lattice compounds such as cryptands, crown ethers, calixerenes, cyclophans and cyclodextrins (CD). The most important of these host molecules are cyclodexrins (Avcı, 2010). Cyclodextrins are produced industrially as a result of the degradation of starch by the enzyme transglycosylase produced by many micro-organisms (eg, Bacillus macerans). Cyclodextrins are annular and the annular structure resembles a truncated cone (Dodziuk, 2006; Douhal, 2006; Türkoğlu et al., 2022; Szejtli, 1988).

Cyclodextrins can form inclusion complexes with different molecules thanks to their special chemical molecular structures. The most distinctive features of cyclodextrins are their ability to form inclusion complexes (host-guest) with many different types of solid, liquid or gaseous compounds. In these complexes, the guest molecule is held by the cyclodextrin (host) cavity (Akçakoca, 2006).

In this study, peppermint oil is intended to be encapsulated in b-cyclodextrin. B-CD: mint structure inclusion complexes were formed at 3 different concentrations and SEM images were taken. As a result of the images obtained, the optimum inclusion complex was transferred to the cotton fabrics by the impregnation method. In order to examine the washing resistance of the transferred complex, it was subjected to 5 washings. SEM and GC analyzes were performed before and after washing. Also, the whiteness values of the fabrics before and after the application were calculated.

MATERIALS AND METHODS

In this study, 100% cotton fabric (200 g/m^2 and warp/weft yarn density of 25/22 yarns/cm) was used. Within the scope of the study, commercial peppermint oil was used as the internal phase. Peppermint oil was obtained from Ephesus Spice and Essential Oil. β -CD (1134.98 g/ mol) was supplied by Sigma-Aldrich, USA as a host molecule. The organic solvent ethanol was supplied from Merck, Darmstadt, Germany. The formaldehyde-free and acrylic based cross-linking agent was acquired from Maiturk, Bursa, Turkey. All other auxiliary chemicals used in the study were of laboratory-reagent grade.

Kneading method was used for molecular encapsulation of peppermint oil. Porcelain pestle was added to β-CD in powder form, which was weighed at the rates determined for the preparation of the product. After adding the active ingredient solution prepared with ethyl alcohol to β-CD, it was mixed until the solvent evaporated. The resulting paste was kept at room temperature until it dried. The inclusion complex was prepared in three molar ratios 1:1, 1:2 and 1:3 host–guest molar ratio, respectively.

The morphologic properties of the inclusion complexes were evaluated using scanning electron microscopy (SEM-Quanta 250 FEG). Samples were gold-coated (15 mA, 2 min) to assure electrical conductivity. The images were taken at 250×magnifcation.

DSC was performed using a Perkin-Elmer diamond differential scanning calorimeter for the purpose of distinguishing the complex formation from the simple physical mixture with the help of characteristic endothermic or exothermic peaks. The analyses were conducted in nitrogen medium between 0 and 300oC. The scanning rate was stated as 5°C per minute. The phase change enthalpies and uncomplexed active substance ratios of the samples obtained in molecular encapsulation studies were calculated in the DSC device (Taneri 2004).

$$\text{Uncomplexed Active Ingredient (\%)} = \left(\frac{\Delta Hi}{\Delta Ho.c}\right).10^4 \quad (1)$$

In the equation, ΔHi represents the normalized integral data of the product, and ΔHo represents the normalized integral data of the active substance. The percentage of active ingredient in cyclodextrin is given by c. The percentage of complexation of the capsules was calculated based on the ratio of uncomplexed active substance.

The application of the selected ideal formulation to the fabric was carried out according to the table given below (Table 1).

Table 1. Recipe for transferring inclusion complex to fabric

Inclusion complex (g/l)	Binder (g/l)	AF (%)	Drying and Fixation	
			Temperature (°C)	Time (min)
40	50	85	120	7

After inclusion complex application, the fabrics were washed washed for 5 cycles with 4 g/l ECE nonphosphate reference detergent (A) at 40°C for 30 minutes according to ISO 105-C06:2010.32 The fabrics were rinsed then dried in laboratory conditions.

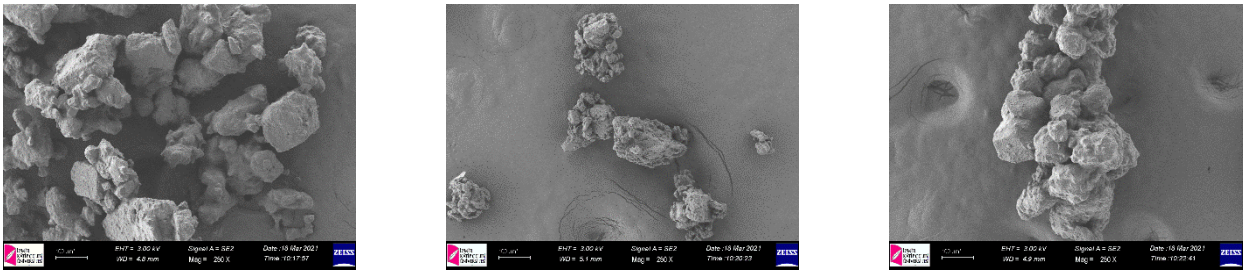
SEM images were taken to obtain the existence of capsules on the textile surface from both washed and unwashed samples. The images were taken at 250×magnifcation. Gas chromatography (GC) is a common type of chromatography used in analytical chemistry for separating and analyzing compounds that can be vaporized without decomposition. The fabrics were extracted to analyze the contents of the capsules containing peppermint oil transferred to the fabrics. For GC analysis, Algient brand GC / MS + head space device was used. The

temperature is set from 100 to 325°C at a rate of 5 °C/min. Helium was used as the carrier gas with a flow rate of 20 ml/min, split ratio of 1:50.

The whiteness values of the fabrics before and after the application were calculated with a Minolta CM-3600d brand spectrophotometer according to the Stensby formula.

RESULTS and DISCUSSION

In this study, inclusion complex were successfully prepared by kneading method. SEM images for microparticles produced by using chosen formulas which were 1:1, 1:2 and 1:3, are given in Figure 1. These particles are compact, do not show observable fractures, cracks or pores and have nonspherical random shapes.



1:1 **1:2** **1:3**

Figure 1. SEM images of inclusion complexes

The SEM of 1:3 showed a more uniform particle size distribution and there was bigger gaps between the particles than the other ratios, thus suggesting good redispersibility. The sizes of particles which is 1:3 are determined to be between 5 and 35 µm, whereas the particles of 1:1 and 1:2 are between 50 and 135 µm, approximately.

DSC phase change enthalpies were calculated according to the given equation in Table 2.

Table 2. Complexing amounts of samples containing peppermint oil

Inclusion complex	Complexing amount (%)
1:1 β-CD: peppermint oil	90.48
1:2 β-CD: peppermint oil	93.55
1:3 β-CD: peppermint oil	98.35

When the complexation rates of the capsules containing peppermint oil were examined, it was determined that the active substance was successfully encapsulated for all ratios. According to the calculations in Table 2, it was determined that the highest complexing rate was between 98.35% and 1:3 in capsules containing β-CD: peppermint oil. It was determined that the capsules produced at 1:1 and 1:2 ratio were also complexed at a high rate of 90.48% and 93.55%, respectively.

From all the data acquired, the optimum complex concentration was determined, which are 1:3 for β-CD: peppermint oil and the inclusion complex was transferred to cotton fabrics by impregnation method.

SEM images of cotton fabrics which were obtained β-CD: peppermint oil inclusion complex, were indicated at Figure 2.

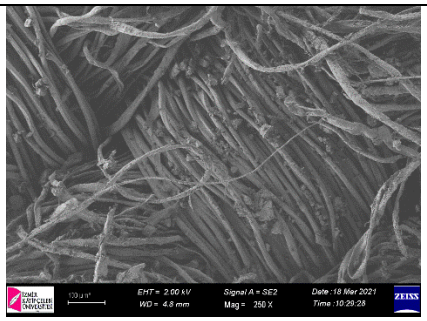
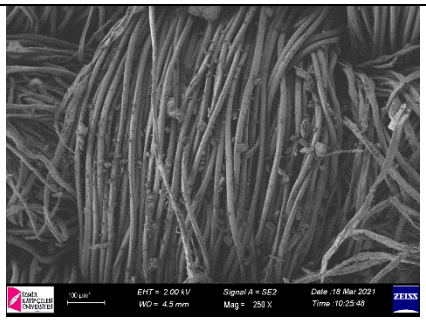
	Inclusion Complex Transferred	After 5 washing
250x		

Figure 2. SEM photomicrographs of cotton fabrics treated with peppermint oil complex with no wash and after 5 washing

These images showed that β-CD application were succeeded with impregnation method. It was observed that complexes were fixed onto the textile surface. Also, the effect of repeated washings on capsules was evaluated. Capsules on the textile surface and also embedded in the binder were observed even after 5 washes.

The GC analysis results of fabrics transferred to inclusion complex containing peppermint oil and the same samples after 5 washes were shown in Figure 3.

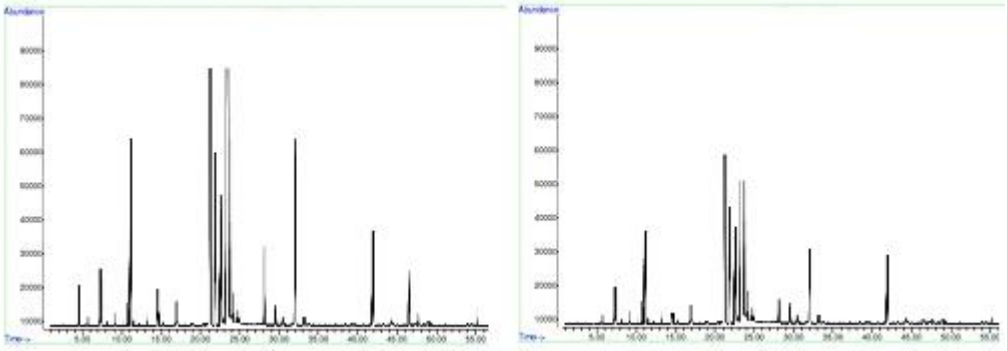


Figure 3. GC diagrams of peppermint inclusion complex transferred fabrics and after 5 wash

The constituents of peppermint oil were inspected using GC–MS. As a result of GC analysis, the analysis revealed more than 23 constituents representing 90.35% of the total oil and menthol, menthone and eucalyptol are its major constituents. When compared with the literature, it is seen that specific peaks of peppermint oil are determined at GC diagrams (Hawryl et al., 2015). It was found that some of these peaks were decreased after 5 washes, but significant peaks were remained. It is observed that the oils transferred on the fabric in capsule form protect their existence after washing.

Table 3. Yellowness-whiteness values of complex transferred fabrics by spectrophotometer

Fabrics	**Yellowness (ASTM D 1925)**	**Whitness (Stensby), (D-65°)**
Raw Fabric	8.535	85.485
Peppermint:β-CD	4.483	84.485
Peppermint:β-CD (after 5 washing)	5.935	84.350

The yellowness-whiteness values of the unwashed and 5 washed samples of the fabrics on which peppermint oil-β-CD inclusion complexes were transferred were calculated with a Minolta CM-3600d brand spectrophotometer according to the Stensby formula. When Table 3.3 is examined, no big difference is observed in the yellowness-whiteness values of the complex transferred fabrics.

CONCLUSION

Within the scope of this study, cotton fabric was developed by molecular encapsulation of peppermint oil with different ratios as 1:1, 1:2 and 1:3. After SEM and DSC analysis, 1:3 ratio were selected as optimum formulation for inclusion complex and then transferred to the cotton fabirc with impregnation method. The capsules remained on the fabric and have been able to maintain the fragrant effect at a certain rate after 5 washes. The yellowing degrees of the complex transferred fabrics were examined and it was observed that the application process did not cause a significant yellowing in the textile material. It was concluded that the application of inclusion complexes prepared with β-CD on textile surfaces will not cause yellowing on the fabric surface. According to the analyzes made, it has been seen that complexes containing peppermint oil can be used especially in areas where it is desired to give a pleasant smell and relaxing effect. It is expected that the service life of the textile material to be transferred will increase thanks to the long-term pleasant smelling effect in the products that can be used.

REFERENCES

Akçakoca EP 2006. Siklodekstrinlerin İnklüzyon Kompleksleri. Tekstil ve Konfeksiyon. 2: 94-99

Avcı A, Dönmez S 2010. Siklodekstrinler ve Gıda Endüstrisinde Kullanımları. Gıda, 35(4): 305-312

Chan KK 2001. Quantitation of monoterpenoid compounds with potential medicinal use inbiological fluids. J Chromatogr A. 936: 47-57.

Dodziuk, H. (Ed.). 2006. Cyclodextrins and their complexes. http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/3527608982.

Douhal, A. (Ed.). 2006. Cyclodextrin materials photochemistry, Photophysics and Photobiology, http://www.sciencedirect.com/science/book/9780444527806.

Grigoleit HG, Grigoleit P 2005. Pharmacology and preclinical pharmacokinetics of peppermint oil. Phytomedicine. 12(8):612-6.

Hawryl MA, Skalicka-Woźniak K, Świeboda R, Niemiec M, Stepak K, Waksmundzka-Hajnos M, Hawrył A, Szymczak G 2015. GC-MS fingerprints of mint essential oils. Open Chem. 13: 1326–1332.

Loolaie M, Moasefi N, Rasouli H, Adibi H 2017. Peppermint and Its Functionality: A Review. Archives of Clinical Microbiology. 8: 1-16.

McKay D, Blumberg J 2006. A Review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (Mentha piperita L). Phytotherapy Research. 20:619-633.

Meamarbashi A 2014. Instant effects of peppermint essential oil on the physiological parameters and exercise performance. Avicenna J Phytomed, 4(1):72–78.

Özgüven M, Kırıcı S. 1999. Farklı ekolojilerde Nane (Mentha) türlerinin verim ile uçucu yağ oran ve bileşenlerinin araştırılması. Turk J Agric For. 23:465-72.

Szejtli J 1988. Cyclodextrin technology. J.E.D. Davies, (Ed.), Topics in inclusion science (186–334). Dordrecht, Netherland; Kluwer Academic Science.

Taneri F 2004. Bazı antimikrobiyal maddelerin siklodekstrin komplekslerinin hazırlanması ve bunların farmasötik formülasyonlarda kullanımı. Ege University, Institute of Health Sciences, PhD Thesis, İzmir.

Türkoğlu GC, Sarıışık AM, Erkan G, Erden E, Pazarlıoğlu N 2022. Development of antibacterial textiles by cyclodextrin inclusion complexes of volatile thyme active agents. Flavour and Fragrance Journal, 37(5): 265-273.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Çiftlik Hayvanlarında Topallık ve Refah

Merve GÜNDÜZ * (ORCID: 0000-0002-5449-9893), Şeniz ÖZİŞ ALTINÇEKİÇ (ORCID: 0000-0001-9044-8092), Arda SÖZCÜ (ORCID: 0000-0002-0955-4371)

Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Bursa, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: mervegunduz@uludag.edu.tr

Özet

Çiftlik hayvanlarında topallık hareket esnasında ağrı duyulmasına neden olan sağlık problemidir. Topallık enfeksiyöz ve enfeksiyöz olmayan ajanlar, yanlış besleme uygulamaları, zayıf konformasyon, büyüme hızı, altlık kalitesi veya yaralanma gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanabilir. Çiftlik hayvanları yetiştiriciliğinde ciddi bir refah problemi olarak kabul edilen topallık, hareket zorluğuna, ağrı ve acı duyulmasına, yem ve su tüketiminin azalmasına, oyun ve dinlenme gibi temel davranışlarını gerçekleştirememesine neden olarak yaşam kalitesinin düşmesine yol açmaktadır. Topallık, hayvancılık endüstrisine maliyeti açısından mastitisten sonra ikinci sıradadır. Kanatlı yetiştiriciliğinde ise, Avrupa'daki etlik piliç sürülerinin yaklaşık %10-30'luk kısmının çeşitli kemik ve eklem problemlerine bağlı olarak topallığa bağlı acı çektiği tahminlenmektedir. Performans ve refah üzerine olumsuz etkilerinden dolayı, topallık hayvancılık endüstrisinde en önemli hayvan refahı problemleri arasında yer almakta ve ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Ekonomik kayıplar hem tedavi maliyetlerindeki hem de üretim kayıplarındaki artıştan kaynaklanmaktadır. Gerekli önlemler alınmadığı veya tedavi uygulanmadığı durumlarda, topallık hayvanların itlaf edilmesine veya ölümüne yol açabilmektedir. Dolayısıyla gerekli önlemlerin alınması ve topallık belirtileri gösteren hayvanlara zamanında müdahale edilmesi kuşkusuz hayvan refahı ile ilgili yasal yükümlülüğün bir parçasıdır. Bu noktada, topallığa zemin hazırlayan predispozan faktörlerin bilinmesi, kayıpları en aza indirmek ve refah üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak için yetiştiriciye fırsat sağlar. Bu amaçla rutin olarak toplanan sürü sağlığı izleme verileri topal olma riski yüksek olan hayvanları belirlemek ve topallık kontrol stratejileri uygulamak için kullanılabilir. Bununla birlikte sürüde topallık puanlama sistemlerinin kullanılması ve sürekli takibi, topal hayvanların yüzdesinin kademeli olarak artmasını önleyecektir. Topallığın azaltılması yetiştiricilere azalan süt üretimi, potansiyel kısalan üretkenlik ömrü ve tedavi maliyetleri açısından önemli ölçüde ekonomik olarak fayda sağlayacaktır. Etlik piliç yetiştiriciliğinde ise alternatif besleme programları ve yönetimsel uygulamalar ile muhtemel bacak problemlerine bağlı topallığın en aza indirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: topallık, refah, verim, etlik piliç, sığır, küçükbaş hayvan

Welfare and Lameness in Farmed Animals

Abstract

Lameness is a health problem causes pain during movement in farm animals. This problem could be caused by many factors, including infectious and non-infectious agents, improper feeding practices, poor conformation, growth rate, litter quality, or injury. Lameness, that is considered as a serious welfare problem, leads to decrease life quality of animals' by causing difficulty in movement, pain, and suffering, decline in feed and water consumption, and inability to exhibit basic behaviors such as playing, resting. It ranks at second after mastitis in terms of cost to the livestock industry. In poultry production, it is estimated that approximately of 10-30% of broiler flocks raised in Europe suffer from lameness induced by bone and joint problems. Due to its negative effects on performance and welfare, lameness is one of the most important welfare problems and causes serious economic losses. Economic losses are derived from increment both treatment costs and production losses. In the absence of necessary precautions or treatment applications, lameness could result in culling of animals or death. Therefore, taking effective precautions and timely responding to animals showing signs of lameness is undoubtedly a part of the legal obligation regarding animal welfare. At this point, knowing the predisposing factors for lameness provides an opportunity to producers to minimize the losses and the negative effects on welfare. For this, routinely collected flock health monitoring data could be used to identify the animals with high risk and apply

the lameness control strategies. However, the usage of lameness scoring systems and continuous monitoring of animals will prevent to gradual increase of the percentage of lame animals. Reducing of lameness will provide to producers with significant economic benefits in terms of milk production reduction, potentially shortened productive life, and treatment costs. In broiler production, minimizing the lameness due to possible leg problems with alternative feeding systems, and management practices have crucial importance.
Keywords: lameness, welfare, productivity, broiler, cattle, small ruminant

GİRİŞ

Ruminant hayvanlarda ayak hastalıkları %20'nin üzerinde prevalans göstermekte ve bu hastalıklar hayvanlarda hem et ve süt verimi hem de üreme performansını olumsuz etkileyerek ciddi ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Eze, 2002; Clarkson ve ark., 1996). Bunun nedeni esas olarak, hayvanın hareketini etkileyen ayak sorunlarının neden olduğu ağrıdır (Flower ve Weary, 2009). Topallık prevalans oranlarındaki farklılıklar da barınak ve yönetim koşulları, topallık skorlama yöntemleri ve kullanılan eşik skorları ile ırkların topallığa duyarlılığındaki farklılıklardan kaynaklanır (Sarjokari ve ark., 2013). Ekonomik ve refah sonuçları üzerindeki etkisinden dolayı topallık, hayvancılık endüstrisi için en önemli hayvan refahı ve ekonomik kaygı sebeplerinden biri olarak kabul edilmektedir. Topallık, hayvancılık endüstrisine maliyeti açısından mastitisten sonra ikinci sıradadır (Huxley, 2012). Ekonomik kayıplar hem tedavi maliyetlerinden hem de azalan üretimden kaynaklanmaktadır (Winter ve Green, 2017). Ruminantlarda görülen topallıkların %90'ının sebebi ayak ve tırnak deformasyonlarıdır (Clarkson ve ark., 19996). Özellikle meradan uzun süre uzak kaldıklarında tırnaklarda aşırı ve düzensiz uzamalar görülmektedir. Bununla birlikte hatalı tırnak kesimi de hayvanlarda ağırlığın tırnaklara dengesiz dağılımına neden olarak tırnak deformasyonlarına yol açmaktadır. Bu nedenle düzenli tırnak bakımı ve yılda iki kez yapılması gereken ayak banyosu ayak hastalıklarının önlenmesinde çok önemli bir yer tutar (Ermutlu ve Kaya, 2016). Aşırı büyümüş tırnakların kıvrılarak ayaklara batmasında, ayak altı lezyonlarının tedavisinde formalin, çinko sülfat veya çinko sülfat gibi antiseptik solüsyonlarda ayak banyosu yapılması tedavi ve kontrol için yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir (Marshall ve ark., 1991). Dinlenme alanlarında gübre ve idrar birikmesinden kaynaklı kötü hijyen, tırnakları topallığa yol açan çeşitli lezyonlara yatkın hale getirdiğinden hayvanların bulunduğu zeminin temiz ve kuru olması da hayati öneme sahiptir (Greenough ve ark., 1997). Ayrıca besleme hataları, enfeksiyonlar, gebelik, hayvanın yaşı ve ağırlığı ile mevsimsel değişiklikler de ayak hastalıklarının oluşumunda büyük önem arz etmektedir (Yurdakul, 2018; Polat, 2022). Modern etlik piliç üretiminde topallık neden olduğu ağrı ve acı hissinden dolayı ciddi bir refah problemi olarak kabul edilmektedir (Kapell ve ark., 2012). Sürüde topal olan piliçler kümes içerisinde hareket zorluğuna bağlı olarak yem ve suya erişimde kısıtlama yaşamaktadır (Weeks ve ark., 2000). Bununla beraber, topallık toz banyosu, eşelenme, yürüme gibi diğer doğal davranışları da olumsuz yönde etkilemektedir (Weeks ve ark., 2000). Etlik piliçlerde refah üzerine olumsuz etkilerinin yanı sıra, topallık aynı zamanda dönem sonu canlı ağırlıkta düşüşe (Gocsik ve ark., 2014), mortalite artışına (Wideman ve ark., 2012), dolayısıyla da üretici kazancında kayıplara neden olan ciddi bir problemdir. Yapılan bir araştırmanın sonucunda, 2010 yılı için ABD'de etlik piliç üretiminde topallığa bağlı kayıpların 80 milyon ile 120 milyon dolar arasında olduğu tahmin edilmiştir (Yousaf ve ark., 2021). Topallık tedavi edilmezse, hayvan sağlığını ve refahını tehlikeye atmanın yanı sıra hayvanların itlaf edilmesine veya ölümüne yol açabilen tehlikeli bir hastalıktır. Bu nedenle hem ruminant hem de kanatlı sürülerinde refah değerlendirme protokollerinde hayvan temelli ölçütlerden biri olarak topallık en önemli kriterlerden biridir. Hayvanlarda çiftlikte hareketlilik puanlaması uygulaması, sürüdeki hayvanların durumunu değerlendirmede yararlı bir araçtır (Archer ve ark., 2010). Puanlamanın sonuçları, eylem planlarını formüle etmek, tedavi listeleri oluşturmak ve sürü düzeyinde topallığı izlemek için kullanılabilir. Böylece rutin olarak toplanan sürü sağlığı izleme verilerinden topal olma riski yüksek olan hayvanların belirlenmesinde ve topallık kontrol stratejilerinin oluşturulmasında yararlanılabilir.

Bu derlemede ruminantlarda ve etlik piliç yetiştiriciliğinde topallığın önemi, sebepleri, puanlama yöntemleri ve refah ile ilişkisi ele alınmıştır.

Sığırlarda Topallık

İneklerin yaklaşık %50'sinin üretken yaşamları boyunca topallıktan etkileneceği tahmin edilmektedir. İneklerde topallık ile ilişkili risk faktörleri arasında yatma davranışı, diz lezyonları, yetersiz durak boyutları, yetersiz veya düşük kaliteli yataklar, kaygan yürüme yüzeyleri ve ayakların çamura maruz kalması sayılabilir (Dembele ve ark.,

2006; Sadiq ve ark., 2017). Ayrıca yüksek verimli ineklerin topallık geliştirmeye daha yatkın olduğu (Alawneh ve ark., 2014), buzağılamada düşük vücut kondisyon skorunun ve buzağılamadan sonra aşırı vücut kondisyon kaybının daha yüksek topallık riski taşıdığı, ineğin yaşının ve laktasyon sayısının artmasının topallığa yatkınlığını artırdığı bilinmektedir (Rutherford ve ark., 2009; Green ve ark., 2016). Bununla birlikte ineklerde topallık açısından genellikle sürü düzeyindeki risk faktörleri olarak durak yüzeyi ve yataklık derinliği de dikkate alınmaktadır (Cook ve Nordlund, 2009). Derin yataklıklı bölmelerde barındırılan ineklerde topallık prevalansının, kauçuk yataklı bölmelerde barındırılan ineklere kıyasla daha düşük olduğu bildirilmiştir (Cook ve ark., 2004). Dışkı kontaminasyonu olan bölmelerin artması topallık riskini artırmaktadır. Büyük sürülerde ahırlarda derin yataklık kullanılması ve sağımhaneye giden yollar ile meraya erişim arasındaki yollarda kauçuk kaplı zeminler topallığa karşı koruyucu bir etki yapmaktadır (Chapinal ve ark., 2013). Meraya erişim, ineklerin hareket kabiliyeti üzerinde yararlı bir etkiye sahiptir. Genel olarak, merada tutulan ineklerde topallık sorunu gelişme olasılığı daha düşüktür (Onyiro ve ark., 2008). Normalde bölmelerde barındırılan inekler için mera otlatma dönemi, özellikle klinik olarak topal sığırlarda, hareket skorlarında iyileşmelerle sonuçlanır (Haskell ve ark., 2006). Diğer yandan mera koşullarında yetiştirilen süt sığırlarının katettikleri mesafenin çok uzun olması ve hareket etmeye zorlandıkları yol ve hız topallık risk faktörüdür. Bununla birlikte merada bulundukları dönemin yağışlı olması tırnakları daha yumuşak ve yaralanmaya karşı daha duyarlı hale getirmektedir. (Ranjbar ve ark., 2016). Topallık kaynaklı ağrı; hareketin azalmasına ve potansiyel olarak daha az yem ve su tüketimine neden olarak ineklerin vücut kondisyonunun azalmasına yol açar (Juarez ve ark., 2003). Ağrı ayrıca ineğin duygusal durumunu doğrudan olumsuz etkileyerek beslenmenin yanı sıra dinlenme ve serbestçe hareket etme gibi türe özgü davranış özelliklerini göstermesini engeller. Dolayısıyla ayak rahatsızlıklarından kaynaklanan işlev bozukluğu düşük süt verimi ve düşük doğurganlıkla sonuçlanır (Algers ve ark., 2009). Sürüde topal ineklerin saptanmasıyla ayak hastalıklarının şiddeti ve yaygınlığı saptanabilir. Topal ineklerin saptanmasında farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bununla birlikte ayak bozuklukları ile ilişkili ağrıyı değerlendirmek için hareket skorlaması en sık kullanılan araçtır (Flower ve ark., 2008). Sprecher ve ark. (1997)'nın geliştirdiği skorlama yöntemi topallığın şiddetini hızlı, kolay ve doğru olarak saptamadaki kullanışlılığı nedeniyle oldukça kabul görmüştür. Bu skorlama sırasında; ineğin yürüme şekline, yürürken ayak üzerine ağırlığını verme durumuna ve ayakta dururken sırtının şekline göre değerlendirme yapılmakta ve ineklere 1'den (normal yürüyüş) 5'e kadar (çok topal: hareket etmeye isteksiz) bir topallık puanı verilmektedir. Yürümesi normal olan fakat ayakta dururken sırtı düz yürürken kamburlaşan hayvan hafif topal (2 puan), hem ayakta dururken hem de yürürken sırtı kamburlaşan ve yürürken kısa adım atan hayvanlar orta topal (3 puan), hem ayakta dururken hem de yürürken sırtı kamburlaşan ve yürürken bir veya daha çok ayak üzerine basamayan hayvan topal (4 puan) olarak nitelendirilir. İneklerde bu 5 ölçütlük puanlama sistemi, "normal yürüyüş"ten hafif farklılıkların ayırt edilmesine olanak sağlayan ve bu nedenle gelişmekte olan topallığın daha erken tespit edilmesini kolaylaştırabilen bir "düzensiz yürüyüş" kategorisi içermektedir. Juarez ve ark. (2003) topallık puanının 1'in üzerinde olmasının topallığın bir göstergesi olarak değil bireysel veya grup düzeyinde topallığın nedenlerinin saptanması ve tedavi yapılması için bir fırsat olarak değerlendirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Koyun ve Keçilerde Topallık

Topallık, ergin koyun ve keçilerin yanı sıra genç ve büyümekte olan kuzu ve oğlakları da etkileyen dünya çapında önemli bir sorundur. Topallığın varlığı veya yokluğundan herhangi bir üretim grubu etkilenebileceğinden hayvan refahı protokolüne dahil edilecek iyi bir gösterge olarak kabul görmüştür. Topallık hayvan refahını tehlikeye attığından topal hayvanların hızlı bir şekilde tespit edilmesini ve tedavi edilmesini kolaylaştırmak için hayvanların topallık durumunun hızlı ve güvenilir bir şekilde tespit edilebilmesi önemlidir. Topallığın sürüde ≤ %5 ve ≤ %2 olması hedeflenir (FAWC, 2011).

Küçükbaş hayvanlarda topallığın en yaygın nedeni ayak çürüklüğüdür (Conington ve ark., 2010). Hastalık, havasız ortamda hızlıca çoğalan *Dichelobacter nodosus* tarafından oluşturulur. Sürülerin >%90'ında bulunur ve topallığın yaklaşık %70'ine neden olur (Winter ve ark., 2015). Ayak çürüklüğü yaşayan koyun ve keçilerde lezyonlar dört ayakta birden görülebilir. Eğer hastalık tek ayakta mevcutsa hayvan o ayağını yere basmamaya çalışır, her iki ön ayakta ise ön dizleri ile yürümeye çalışır, dört ayakta ise hayvanların hareket etmek istemedikleri ve ayağa kalkamadıkları gözlenir. Ayak çürüklüğü bulaşıcı olabileceğinden, yaygınlığı azaltmak için en iyi strateji, erken teşhis ve müteakip tedavidir (Kaler ve Green, 2008). Koyun ve keçileri ayak çürüklüğüne karşı düzenli aşılama ve yeni koyunları 3 haftadan fazla karantinaya alma daha düşük topallık prevalansı ile sonuçlanmaktadır (Winter ve

ark., 2015). Bulaşıcı koyun dijital dermatiti (CODD), sürülerin %35-60'ında bulunan bir başka enfeksiyöz topallık nedenidir ve sürülerdeki topallığın yaklaşık %30'undan sorumludur (Dickins ve ark., 2016). Bununla birlikte sürünün diğer sürüdeki hayvanlarla karışması da ayak mantarı ve interdigital dermatitis gibi topallığın iki enfeksiyöz nedenine ortam hazırlamaktadır (Winter ve ark., 2015). Koyun sürülerinde topallığın bir diğer sebebi de rutin tırnak kesimi uygulamalarında tırnakların aşırı derinden kesilerek kanamasına neden olunmasıdır (Grant ve ark., 2018). Tırnakların aşırı uzaması, ayak ve alt bacaktaki kemiklerde hasara neden olarak hareketlerin engellenmesine ve düzensiz yürüyüşe neden olabilir. Aşırı uzayan tırnaklar genellikle tırnakların düzenli aşınmaması veya yetersiz tırnak bakımının bir sonucudur. Aşırı tırnak uzamasının ağıllarda tespit edilmesi daha kolaydır ancak hafif ve orta derecede tırnak uzaması ancak altlıksız düz bir zeminde örneğin sağım sırasında değerlendirilebilir (Munoz ve ark., 2018). Küçükbaş hayvan barınaklarında hijyene dikkat edilmemesi, altlıkların nemli ve kirli bırakılması da enfeksiyöz ayak hastalıklarına zemin hazırlayan bir diğer faktördür. Özellikle küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinin geleneksel yöntemlerle yapılması nedeniyle çok sayıda hayvanın birlikte barındırılması, düzenli ayak ve tırnak bakımının yapılmaması ayak hastalıkları için hazırlayıcı faktörlerdir. Hayvanların otladıkları çayır-meraların taşlı ve nemli olması da tırnakların yumuşamasına ve kırılmasına neden olarak enfeksiyöz etkenlerin canlı dokulara girişini kolaylaştırır. Bununla birlikte sağlıklı bir ayak yapısı ve tırnak gelişimi için kalsiyum, fosfor, çinko, bakır, demir, selenyum ve magnezyum gibi iz minerallere ihtiyaç vardır. Hayvanlar bu ihtiyaçlarını genellikle günlük rasyonlarından veya meralardan karşılarlar. Eğer meralar veya rasyonlar bu iz minerallerce yetersizse ayak sağlığı olumsuz etkilenir (Alkan ve ark., 2021). Koyun sürülerinde tırnak lezyonlarının rutin tespitinde altın standart her bir hayvanın fiziksel olarak ters çevrilmesi ve görsel olarak her tırnağın değerlendirilmesini içerir. Koyun ve keçilerin ayak hastalıklarında klinik semptomlar her yaşta ve birden çok sayıda hayvanda aynı anda birden çok ayakta ortaya çıkan şiddetli ve sürekli topallıktır (Angel ve ark., 2015). Sürüde topallığın erken ve doğru tanısı koyun ve keçi refahının sağlanması bakımından önemlidir. Bu açıdan sürü rutin olarak topallık yönünden kontrol edilmeli ve sürü topallık takip programları düzenli olarak uygulanmalıdır. Bu amaçla koyun ve keçilerde refah değerlendirme protokollerinin de önemli bir parametresi olarak topallığın yaygınlığını ve derecesini saptamak için çeşitli yürüyüş puanlama sistemleri kullanılmaktadır (Hill ve ark., 1997; Anzuino ve ark., 2010; AWIN, 2015; Munoz ve ark., 2018). Genellikle bu skorlama sırasında; koyun ve keçinin yürüme şekline ve yürürken ayak üzerine ağırlığını verme durumuna göre değerlendirme yapılmakta, normal yürüyen hayvana 0, şiddetli topal (hareket etmeye isteksiz) hayvana 3 puan verilmektedir. Etkilenen uzuv yere değdiğinde adımları net bir şekilde kısalan hayvan hafif topal (1 puan), yürürken etkilenen uzuvda ağırlık taşıyamayan hayvan orta topal (2 puan) olarak nitelendirilir. Küçükbaş hayvanlarda kullanılan skorlama sistemi, bir hayvanı topal olarak sınıflandırmak için kesin bir topallamanın gözlemlenmesini gerektirir. Çünkü kullanılan bu 4 kategorili sistemde ineklerde kullanılan skorlama sistemlerindeki "düzensiz yürüyüş" kategorisi dahil edilmediğinden hayvanlarda normal bir yürüyüşten hafif bir sapma "normal" olarak puanlanmaktadır. Bu nedenle hayvanlar, yalnızca kesin bir topallama geliştiğinde tespit edilebilmektedir. Bununla birlikte düzensiz bir yürüyüş mutlaka topallığın göstergesi değildir. Örneğin hayvanın şekli, duruşu ve meme dolgusu yürüyüşünü etkileyebilir (Flower ve Weary, 2009). Ancak, bu kategoriyi içeren bir yürüyüş puanlama sistemi kullanmak, eşitsizliğin nedenini araştırmak için bir fırsat sağlar. Ardından, gerekli görüldüğü takdirde, iyileştirici müdahaleler uygulanabilir ve potansiyel olarak durumun kötüleşmesi önlenebilir (Leach ve ark., 2012). Diğer yandan kategori sayısının azaltılması yürüyüş puanlama sistemini basitleştirerek gözlemciler arası güvenilirliği ve tekrarlanabilirliği artırabilir (Schlageter-Tello ve ark., 2014). Bu durum koyun ve keçilerde kullanılan yürüyüş puanlama sistemlerinin neden 5'ten az kategoriye sahip olduğunu ve genellikle şiddetli topallığı belirlemeye odaklandığını açıklayabilir. Aslında bir yürüyüş puanlama sistemi gözlemciler ve onların eğitim ve deneyim düzeyleri tarafından belirlenmektedir. Bununla birlikte, gerekli eğitim düzeyi ve çiftlikler arasındaki yönetim ve kaynaklardaki farklılıklar nedeniyle, hayvanların tek tek yürüyüş skorlaması zor olabilir; bu nedenle tüm puanlama sistemleri güvenilirlik açısından kabul görmüşse de hayvanları “sağlıklı” veya “topal” olarak değerlendiren bir ikili puanlama ölçeğinin koyunlar veya kuzular için çiftlikte en güvenilir ve pratik yöntem olduğu bildirilmiştir. Hatta çiftlikte grup değerlendirmesi yaparak topallık saptama yüzdesinin kullanılmasının daha uygun ve pratik olacağı belirtilmiştir (Zufferey ve ark., 2021).

Etlik Piliçlerde Topallık

Büyüme hızının artırılması için yapılan genetik seleksiyon sonucu günümüzde kullanılan etlik piliç genotipleri geçmişe göre birim zaman içerisinde daha hızlı büyümektedir (Zuidhof ve ark., 2014). Etlik piliçlerde kemik gelişimi kas ve yağ doku gelişiminden yavaş olduğundan, bacaklarda çarpıklık ve tibial diskondroplazi gibi

bozukluklar görülmektedir. Yapılan bir çalışmada incelenen etlik piliçlerin %30 ile %49'unun tibial diskondroplaziden dolayı acı çektiği sonucuna varılmıştır (SCAHAW, 2000). Bacak problemlerinin etkisi yürüme anormallikleri şeklinde görülmektedir. Etlik piliçlerde yüksek canlı ağırlık artışı olmak üzere, yetiştiricilik koşullarında barındırma yoğunluğu, beslenme yetersizlikleri, hava kalitesi, aydınlatma, yaş, genetik, bakteriyel veya kaynaklı bacak problemleri olmak üzere çok sayıda faktör topallığın ortaya çıkmasında etkili faktörlerdir (Kittelsen ve ark., 2015). Yüksek verim özelliklerine sahip modern etlik piliç genotiplerinde iskelet sisteminin gelişimi ve sağlığı için besleme büyük önem taşımaktadır (Pender, 2020). Beslemeye bağlı çok sayıda yetersizlik durumu genellikle topallık ile karakterize edilen muskulo-skeletal sistem hastalıklarına neden olmaktadır. Kanatlı sürülerinde topallığın önlenmesi ya da en aza indirilebilmesi için bu faktörlerin bilinmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda kanatlı yetiştiriciliğinde topallığa neden olan beslenme yetersizliğine bağlı gözlenebilen bazı problemler (Pender, 2020); rasyonda vitamin D3 yetersizliği ya da Ca/P dengesizliğine bağlı olarak ortaya çıkan raşitizm, rasyonda manganez eksikliğine bağlı olarak gelişen perosis ve kondrodistrofi, rasyonda biyotin yetersizliği ve beraberinde ıslak altlıkla insidansı ve şiddeti artan ayak taban yangısı, rasyonda Ca/P dengesizliği ve yemdeki yüksek klorid içeriğine bağlı ortaya çıkan tibia diskondroplazisi olarak gruplandırılabilir (Yousaf ve ark., 2019). Kanatlılarda çevresel ve yönetimsel faktörlerin hayvan sağlığı, verimi ve refahı üzerine önemli bir etkisi bulunmaktadır. Altlık yönetimi, havalandırma, ısıtma, aydınlatma, barındırma yoğunluğu gibi birçok faktör yönetimsel konular arasında yer almaktadır. Piliçlerin altlıkla sürekli temas halinde olmalarından dolayı altlık materyali ve altlık kalitesi önemli bir konudur (Hartung ve Spindler, 2012). Kullanılan altlık materyali, piliçlerin rahat hareket edebilmesini sağlamalı ve ayak sağlığı için uygun özelliklere sahip ve kaliteli olmalıdır. Altlık materyalinin su tutma kapasitesinin düşük olması durumunda, altlıkta ıslanma meydana gelmekte, altlık pH'sında değişim ve amonyak miktarında artış görülmektedir. Bu değişimler piliçlerde ayak tabanı, göğüs ve dizde deri yangılarına sebep olmaktadır (Fairchild ve Ritz, 2006). Ayrıca, kümes içerisinde yüksek barındırma yoğunlukları ayak sağlığı açısından risk oluşturan önemli bir konudur. Yetiştirme döneminde ideal barındırma yoğunluğunun 2007/43/AB Direktifi kapsamında 33kg/m^2 olarak, ancak çevresel kontrolün sağlanabildiği kümeslerde 39 kg/m^2'ye çıkabileceği bildirilmiştir (2007/43/EC). Topallığın değerlendirilmesi için sürüdeki piliçler tek tek kontrol edilmeli ve değerlendirilmelidir. Bu amaçla, 6 puanlık değerlendirme skalası kullanılmakta olup, bu skalada 0 puan normal ve sağlıklı durumu, 5 puan ise yürüyememe durumunu temsil etmektedir (Kestin ve ark., 1992). Saha koşullarında yapılan bir çalışmada etlik piliçlerin %14-50'lik kısmında topallığın gözlendiği, yürüme skoruna göre yüksek puanlar (3-5 arasında) aldığı ortaya konmuştur (Kittelsen ve ark., 2017). Topallığın gözlendiği etlik piliçlerin (yürüme skoru>3) analjezik ilavesi yapılan yemleri tercih ettiği ve bu şekilde analjezik alan etlik piliçlerde aktivitenin arttığı gözlenmiştir (Hothersall ve ark., 2016). Topallığın değerlendirilmesi için, geleneksel yöntem olarak bilinen yürüyüş skorlamasına ek olarak, son zamanlarda tam otomatik görüntüleme sistemlerinin kullanımı gündeme gelmiştir. Video görüntüleme tekniği ile etlik piliçlerde topallığın değerlendirilmesi popüler olan yöntemlerden birisidir. Bu yöntemde hayvanla temas edilmemesi, kümes içerisinde dönem sonuna kadar gözlem yapılabilmesi ve bu ekipmanların giderek ekonomik hale gelmesi sistemin önemli avantajlarındandır (Yousaf ve ark., 2021). Ayrıca, geleneksel yöntemde olduğu gibi farklı çiftliklerde yürüyüşü değerlendiren teknik personelin kümese gelmesini engellediğinden, biyogüvenlik açısından riskli durumları da ortadan kaldırmaktadır (Hussain ve ark., 2018). Son zamanlarda topallığın değerlendirilmesi için kullanılan diğer yöntemlerden birisi ise pedobarometrik değerlendirme yöntemi olup, bu yöntemde piliçlerin ayak taban basınçları hassas üç boyutlu pedobarografi cihazı ile ölçülmektedir (Yousaf ve ark., 2021).

SONUÇ

Topallık kontrolü ve yönetimi, ideal olarak sürü/çiftlik veya bölgesel düzeyde hedeflenmelidir. Bakım-yönetim şartlarının iyileştirilmesi, vücut kondisyonunu korumak için iyi bir besleme yönetimi, barınak zemininin düzgün ve hijyenik olması, rutin tırnak kontrolü, düzenli tırnak bakımı ve banyosu gibi koruyucu önlemlerin alınması ile ayak hastalıklarının engellenerek hayvan refahının korunması mümkündür. Bunların yanı sıra iyileştirilmiş karantina ve biyogüvenlik önlemleri ile birlikte sürülerde topallık prevalansının çok daha düşük seviyelere ulaşması sağlanacaktır. Yetiştiricilerin tırnak kesimi ve kanamaya neden olmama konusundaki becerilerini geliştirmeleri ve tırnak kesimi sırasında kanayan tırnak yüzdesinin düşürülmesi küçükbaş hayvanlarda ayak hastalıklarının ortaya çıkmasını azaltma noktasında kritik öneme sahiptir. Ayrıca yetiştiricilerin bilinçlendirilmesi ile rutin bir sürü sağlığı programının parçası olarak çiftlik içi topallık yönetimindeki eksiklikleri belirlemek için topallık kayıtları ile birlikte toplanan verilerin analiz edilmesi, topallık dinamiklerinin daha iyi anlaşılmasını,

ilişkili risk faktörlerinin belirlenmesini ve insidansını azaltmak için stratejilerin formüle edilmesini kolaylaştıracaktır.

Kaynaklar

Alawneh JI, Stevenson MA, Williamson NB, Lopez-Villalobos N, Otley T 2014. The effects of liveweight loss and milk production on the risk of lameness in a seasonally calving, pasture fed dairy herd in New Zealand. Preventive Veterinary Medicine, 113: 72-79.

Algers B, Bertoni G, Broom DM, Hartung J, Lidfors L, Metz JHM, Munksgaard L, Nunes Pina T, Oltenacu T, Rehage J, Rushen J, Smulders F, Stassen EN, Stilwell G, Waiblinger S, Webster AJF 2009. Scientific report of EFSA prepared by the Animal Health and Animal Welfare Unit on the effects of farming systems on dairy cow welfare and disease. Annex to the EFSA Journal, 1143: 1-7.

Alkan F, Kul M, Çayırlı B 2021. Koyun ve Keçilerin Ayak Hastalıkları. Akademisyen Kitabevi A.Ş., ISBN: 978-625-8037-50-0, s. 207-214.

Angell JW, Cripps PJ, Grove-White DH, Duncan JS 2015. A practical tool for locomotion scoring in sheep: Reliability when used by veterinary surgeons and sheep farmers. Veterinary Records, 176(20): 521.

Anzuino K, Bell NJ, Bazeley KJ, Nicol CJ 2010. Assessment of welfare on 24 commercial UK dairy goat farms based on direct observations. Veterinary Records, 167: 774-780.

Archer SC, Bell N, Huxley J 2010. Lameness in UK dairy cows: A review of the current status. Practice, 32: 492-504.

AWIN. 2015. Animal Welfare Indicators (AWIN) welfare assessment protocol for sheep and goats. Available at: https://doi.org/10.13130/AWINgoats2015 [24.11.2022]

Chapinal N, Barrientos AK, von Keyserlingk MAG, Galo E, Weary DM 2013. Herd-level risk factors for lameness in freestall farms in the northeastern United States and California. Journal of Dairy Science, 96: 318-328.

Clarkson MJ, Downham DW, Faull WB, Hughes JW, Manson FJ, Merritt JB, Murray RD, Russell WB, Sutherst JE, Ward WR 1996. Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. Veterinary Records, 138(23): 563-567.

Conington J, Speijers M, Carson A, Johnston S, Hanrahan S 2010. Foot health in sheep-prevalence of hoof lesions in UK and irish sheep. Advances in Animal Biosciences, 1(1): 340.

Cook NB, Bennett TB, Nordlund KV 2004. Effect of free stall surface on daily activity patterns in dairy cows with relevance to lameness prevalence. Journal of Dairy Science, 7: 2912-2922.

Cook NB, Nordlund KV 2009. The influence of the environment on dairy cow behavior, claw health and herd lameness dynamics. The Veterinary Journal, 179: 360-369.

Council Directive. 2007/43/EC. 2007. Laying down minimum rules for the protection of chickens kept for meat production. Available at: https://www.legislation.gov.uk/eudr/2007/43/introduction [28.11.2022]

Dembele I, Spinka M, Stehulova I, Panama J, Firla P 2006. Factors contributing to the incidence and prevalence of lameness on Czech dairy farms. Czech Journal of Animal Science, 51: 102-109.

Dickins A, Clark CCA, Kaler J, Ferguson E, O'Kane H, Green LE 2016. Factors associated with the presence and prevalence of contagious ovine digital dermatitis: A 2013 study of 1136 random English sheep flocks. Preventive Veterinary Medicine, 130: 86-93.

Ermutlu CŞ, Kaya S 2016. Koyun ve keçilerde ayak hastalıklarının üreme performansı üzerine etkisi. Turkiye Klinikleri Veterinary Sciences-Obstetrics and Gynecology - Special Topics Journal Identity, 2: 78-82.

Eze CA 2002. Lameness and reproductive performance in small ruminants in Nsukka Area of Enugu State, Nigeria. Small Ruminant Research, 44(3): 263-267.

Fairchild BD, Ritz CW 2006. Poultry drinking water primer. Available at: http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1301.htm. [25.11.2022]

FAWC 2011. Opinion on Lameness in Sheep. Farm Animal Welfare Council, London.

Flower FC, Sedlbauer M, Carter E, Von Keyserlingk MAG, Sanderson DJ, Weary DM 2008. Analgesics improve the gait of lame dairy cattle. Journal of Dairy Science, 91: 3010-3014.

Flower FC, Weary DM 2009. Gait assessment in dairy cattle. Animal, 3(1): 87-95.

Gocsik E, Kortes HE, Lansink AG and Saatkamp HW 2014. Effects of different broiler production systems on health care costs in the Netherlands. Poultry Science, 93: 1301-1317.

Grant C, Kaler J, Ferguson E, O'Kane H, Green LE 2018. A comparison of the efficacy of three intervention trial types: postal, group, and one-to-one facilitation, prior management and the impact of message framing and repeat messages on the flock prevalence of lameness in sheep. Preventive Veterinary Medicine, 149: 82-91.

Green LE, Huxley JN, Banks C, Green MJ 2014. Temporal associations between low body condition, lameness and milk yield in a UK dairy herd. Preventive Veterinary Medicine, 113: 63-71.

Greenough P, Weaver A, Broom D, Esslemont R, Galindo F 1997. Basic concepts of bovine lameness. In: Lameness in Cattle, Saunders WB (eds), Philadelphia, PA, USA, pp. 3-13.

Hartung J, Spindler B 2012. Aspects of animal welfare in broiler production-foot pad dermatitis and litter quality. XXIV World's Poultry Congress, Salvador, Brazil, 5-9 August, pp. 527-530.

Haskell MJ, Rennie LJ, Bowell VA, Bell MJ, Lawrence AB 2006. Housing system, milk production, and zero-grazing effects on lameness and leg ınjury in dairy cows. Journal of Dairy Science, 89: 4259-4266.

Hill NP, Murphy PE, Nelson AJ, Mouttotou LE, Green LE, Morgan KL 1997. Lameness and foot lesions in adult British dairy goats. Veterinary Records, 141: 412-416.

Hothersall B, Caplen G, Parker RMA, Nicol CJ, Waterman-Pearson AE, Weeks CA, Murrell JC 2016. Effects of carprofen, meloxicam and butorphanol on broiler chickens' performance in mobility tests. Animal Welfare, 25: 55-67.

Hussain A, Yousaf A, Mushtaq A 2018. Prevalence of mycoplasma gallisepticum in ross-308 broiler breeder through the contrast of serological assessments in Pakistan. Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research, 7(1): 00185.

Huxley JN 2012. Lameness in cattle: An ongoing concern. The Veterinary Journal, 193: 610-611.

Juarez ST, Robinson PH, DePeters EJ, Price EO 2003. Impact of lameness on behavior and productivity of lactating Holstein cows. Applied Animal Behaviour Science, 83: 1-14.

Kaler J, Green L 2008. Recognition of lameness and decisions to catch for inspection among sheep farmers and specialists in GB. BMC Veterinary Research, 4(1): 41.

Kapell DN, Hill WG, Neeteson AM, McAdam J, Koerhuis AN, Avendano S 2012. Twenty-five years of selection for improved leg health in purebred broiler lines and underlying genetic parameters. Poultry Science, 91: 3032-3043.

Kestin SC, Knowles TG, Tinch AE, Gregory NG 1992. Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. Veterinary Record, 131: 190-194.

Kittelsen KE, Granquist EG, Kolbjørnsen Ø, Nafstad O, Moe RO 2015. A comparison of post-mortem findings in broilers dead-on-farm and broilers deadon-arrival at the abattoir. Poultry Science, 94: 2622-2629.

Kittelsen KE, David B, Moe RO, Poulsen HD, Young JF, Granquist EG 2017. Associations between gait score, production data, abattoir registrations and post mortem tibia measurements in Norwegian broiler chickens. Poultry Science, 96: 1033-1040.

Leach KA, Tisdall DA, Bell NJ, Main DCJ, Green LE 2012. The effects of early treatment for hindlimb lameness in dairy cows on four commercial UK farms. The Veterinary Journal, 193: 626-632.

Marshall DJ, Walker RI, Coveny RE 1991. Protection against ovine footrot using a topical preparation of zinc sulphate. Australian Veterinary Journal, 68: 186-187.

Munoz C, Campbell A, Hemsworth P, Doyle R 2018. Animal-based measures to assess the welfare of extensively managed ewes. Animals, 8: 2.

Onyiro OM, Offer J, Brotherstone S 2008. Risk factors and milk yield losses associated with lameness in Holstein-Friesian dairy cattle. Animal, 2: 1230-1237.

Pender C 2020. A practical guide to differential diagnosis, 8-Lameness conditions International Poultry Production. Available at: http://www.positiveaction.info/emails/biomin/pdfs/Differential_Diagnosis_Poultryt_(Biomin).pdf [15.11.2022]

Polat E 2022. Elazığ bölgesindeki küçük ruminantlarda ayak hastalıklarının prevalansının araştırılması. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 36(1): 37-41.

Ranjbar S, Rabiee AR, Gunn A, House JK 2016. Identifying risk factors associated with lameness in pasture-based dairy herds. Journal of Dairy Science, 99: 7495-7505.

Rutherford KMD, Langford FM, Jack MC, Sherwood L, Lawrence AB, Haskell MJ 2009. Lameness prevalence and risk factors in organic and non-organic dairy herds in the United Kingdom. The Veterinary Journal, 180: 95-105.

Sadiq MB, Ramanoon SZ, Mossadeq WMS, Mansor R, Syed-Hussain SS 2017. Association between lameness and indicators of dairy cow welfare based on locomotion scoring, body and hock condition, leg hygiene and lying behavior. Animals, 7: 79.

Sarjokari K, Kaustell KO, Hurme T, Kivinen T, Peltoniemi OAT, Saloniemi H, Rajala-Schultz PJ 2013. Prevalence and risk factors for lameness in insulated free stall barns in Finland. Livestock Science, 156: 44-52.

SCAHAW. 2000. European Commission – Scientific Committee on Animal Health and Welfare 2000. The Welfare of Chickens Kept for Meat Production (Broilers) European Commission, Brussels, Belgium Adopted 21 March 2000.

Schlageter-Tello A, Bokkers EAM, Groot PWG, Koerkamp T, Van Hertem T, Viazzi S, Romanini CEB, Halachmi I, Bahr C, Berckmans D, Lokhorst K 2014. Effect of merging levels of locomotion scores for dairy cows on intra- and interrater reliability and agreement. Journal of Dairy Science, 97: 5533-5542.

Sprecher DJ, Hostetler DE, Kaneene JB 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. Theriogenology, 47: 1179-1187.

Weeks CA, Danbury TD, Davies HC, Hunt P, Kestin SC 2000. The behavior of broiler chickens and its modification by lameness. Applied Animal Behavior Science, 67(1-2): 111-125.

Wideman RF Jr, Hamal KR, Stark JM, Blankenship J, Lester H, Mitchell KN, Lorenzoni G, Pevzner I 2012. A wire-flooring model for inducing lameness in broilers: evaluation of probiotics as a prophylactic treatment. Poultry Science, 91: 870-883.

Winter JR, Kaler J, Ferguson E, KilBride AL, Green LE 2015. Changes in prevalence of, and risk factors for, lameness in random samples of English sheep flocks: 2004-2013. Preventive Veterinary Medicine, 122: 121-128.

Winter JR, Green LE 2017. Cost-benefit analysis of management practices for ewes lame with footrot. The Veterinary Journal, 220: 1-6.

Yousaf A, Jabbar A, Rajput N, Memon A, Shahnawaz R, Mukhtar N, Farooq F, Abbas M, Khalil R 2019. Effect of environmental heat stress on performance and carcass yield of broiler chicks. World's Veterinary Journal, 9(1): 26-30.

Yousaf A, Tunio S, Mohy-ud-din G, Kakar A, Habib F, Soomro AG, Akram W, Naazir S, Ismail M, Naazir T, Naazir N 2021. A review study on legs lameness and weaknesses assessment methods in commercial broiler farming in Pakistan. Biomed Journal of Scientific & Technical Research, 40(2)-2021. BJSTR. MS.ID.006433.

Yurdakul İ 2018. Sivas bölgesi koyunlarında ayak hastalıkları prevalansının araştırılması. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 13: 77-83.

Zufferey R, Minnig A, Thomann B, Zwygart S, Keil N, Schüpbach G, Miserez R, Zanolari P, Stucki D 2021. Animal-based ındicators for on-farm welfare assessment in sheep. Animals, 11: 2973.

Zuidhof MJ, Schneider BL, Carney VL, Korver DR, Robinson FE 2014. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. Poultry Science, 93:2970-2982.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Investigation of the Effects of Using Overhead Cranes on the Dynamic Parameters of the Steel Industry Structure with Finite Elements

Hakan Aydın[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1886-5497*)

[1]University of Samsun, Kavak Vocational School, Samsun, Turkey.

[1]Corresponding author e-mail: hakan.aydin@samsun.edu.tr

Abstract

In many engineering systems, vibrations can occur in many structures, sometimes due to external environmental factors and sometimes due to reasons that cannot be determined. These vibrations can create critical effects that can cause damage to the system. The important dynamic parameters of the structure that should be examined in determining these vibrations are 'natural frequency', 'period' and 'mode shapes'. Therefore, modal analysis of the structure is considered an important step in the design process to predict the vibration characteristics of the designed structure. Most studies on overhead crane systems have been on the crane system beams and their behaviour. The aim of this study is to determine the effect of the use of overhead crane system in a steel industrial structure on the dynamic behaviour of the structure. For this purpose, a model steel industrial structure with a span of 10 m and a length of 20 m was created with SAP2000. An overhead crane system moving on rail beams at a height of 6m from the ground in a model steel structure was designed. In the model steel industry structure, an overhead crane system traveling on rail beams has been analyzed with the SAP2000 finite element analysis program.
As a result of the analysis, it is seen that the effect of using overhead crane system on the dynamic parameters of the steel test structure provides a 27.9% increase in the dominant period of the model steel structure and a 21.79% decrease in the dominant frequency were obtained.

Keywords: Overhead Crane, Finite Element Method, Dynamic Parameters, Steel Structure, Modal Analysis, Period

INTRODUCTION

Cranes are the best way to provide a heavy lift facility that covers almost the entire area of a building. The overhead crane is the most important material handling system for heavy goods. The primary task of the overhead crane is to move and transfer heavy loads from one location to another (Alkin et al. 2005).Steel Building Systems can support several different types of crane systems when required.The typical crane types are top running, under hung (overhead) and jib cranes and are usually electric powered. Cranes can be provided in several styles based on the required capacity span and service class. Overhead cranes are supported by using a suspension type support which is connected to the bottom of a frame.The crane wheels are supported from the bottom flange of the crane beams which act as a crane rail and usually only span a portion of the column to column span of the structure.They are usually a small capacity of crane (C.S.Steel,B.Inst.,Cambridge, 2010).Overhead crane beamed cranes are the most economically used cranes in the industry among all cranes. The crane bridge moves on the crane rails located at a height. The bridge also forms the movement path of the moving carrier vehicle part overhead crane usually work in closed volumes inside the factory as well as outdoors. Cranes working outdoors differ in terms of concealed drive systems and drive systems that are stronger than those operating inside the factory so that they can overcome wind resistance. The main advantage of overhead cranes is the freeness of the floor of the factory due to the fact that the crane path is located at the feet of the roof construction. We can group the cranes with overhead bridges into single and two beams (Kemal, 2008). Vibrations may occur in most engineering structures sometimes due to external environmental factors and sometimes due to undetermined reasons.These vibrations can create critical effects that can damage the system. The important dynamic parameters of the structure to be examined in determining these vibrations are 'natural frequency', 'period' and 'mode shapes'. Therefore, the modal analysis of

the structure is considered as an important step in the design process to predict the vibration characteristics of the designed structure. The aim of the study is to examine the changes in the dynamic parameters of a model steel industrial structure due to moving overhead crane systems. The study is concerned with the response of a overhead crane supported by a steel frame structure that exhibits linear elastic material behavior and is modeled using a three-dimensional finite element network in the dynamic parameters of the structure. The new earthquake regulation TBDY 2018 includes significant changes in the calculation of earthquake loads and calculation approaches to be used in all kinds of building design (steel, reinforced concrete, masonry, etc.) compared to the previous regulations (Öztürk,2018). In this study, the author used the data of the TBDY2018 regulation in the calculation of earthquake loads in the analysis of the model steel industry structure. Samsun province conditions were used in the design. The steel industry structure model is located at Latitude: 41.278308 and Longitude: 36.303740. Local Soil Class: ZD, Earthquake Ground Motion Level: DD-2, Turkey Earthquake Hazard Map was taken from Interactive web application (AFAD). In recent years, many earthquakes have occurred in the world and as a result, heavy losses have been given. By looking at the results, it has been understood that this situation creates various problems for the countries that have suffered heavy losses and how important it is for the structure to be informed about the current status of the structures (Aydın,2022).Many researchers have focused on gaining knowledge of overhead crane movements and have presented different approaches and technologies to achieve this goal (Zhang et al.,2008; Azeloğlu et al.,2015; Yıldırım and Esim,2019; Kemal,2008; Lu et al.,2022). It is understood from the researches that earthquakes can have devastating effects on all kinds of structures forms (Aydın,2022; Wei et al.,2004; Tuhta et al.,2020; Hsiao et al.,2012; Kasımzade et al.,2021; Günday et al.,2018; Tuhta and Günday,2020; Sertaç Tuhta et al.,2020). In addition to the different factors affecting the structure the harmful effects of environmental vibration should not be ignored. By environmental factors, the environmental loads that the buildings are exposed to almost every day come to mind. (Vehicle, wind, etc.) and it is known that it causes rapid changes and developments in steel structure designs (Günday,2022; Aydın,2022) There are various studies and practices to minimize the effects that will affect the structure (Kocabaş, 2005). It is known that steel industry structures are adversely affected by these environmental movements due to both large spans and height (Günday,2022; Naimi and Peker,2022; Girges N.W.,2018; Tuhta and Günday,2020, Aydın,2022). Knowing the dynamic parameters of the structures provides us with information about the situation that may occur before or after the structure. Experimental behavior of structures is investigated with experimental studies in structures vibrating with various factors. In these studies, primarily analytical models of the structures are created. The dynamic behavior of buildings, bridges and other structural systems when exposed to earthquakes is generally studied with analytical and experimental models. Investigation of the dynamic behavior of any structure can be investigated theoretically by constructing a finite element model and experimentally by using modal analysis methods. In the literature review related to this publication, many studies using the finite element method have been reached. In some studies, such as some of the publications using the finite element method and guiding the author's work are as follows on the use of the finite element method were used (Oden and Reddy,1976; Tekkaya and Soyarslan,2019; Sewell,1985; Bathe,2008). With all this knowledge, this new study has been carried out. Researchers have conducted many studies using the Finite Element Method (FEM) on steel structures (Kemal,2008; Lu et al.,2022; Andrea G.,et al.,2014; Alkin et al,2005, Aydın,2022; Günday, 2022; Tuhta et al.,2020, Kasımzade et al.,2021). The author also refers to these studies about the steel structures made. Looking at the literature studies, the researchers carried out a different number of studies using the finite element method (Girges N.W.,2018; Azeloğlu et al.,2015; Yıldırım and Esim,2019; Kemal,2008; Lu et al.,2022; Andrea G. et al.,2014; Alkin et al,2005; Crane Supporting SS,2009).

With this study, the author aimed to reveal the effects of the use of overhead crane in the system in steel industry structures on the dynamic behavior of the structures (period, frequency, mode shapes). The steel industry structure model created with the SAP2000 program was used. Analysis results are given comparatively at the end of the study. As a result, the design of the steel structure was carried out. In this research, which was analyzed according to the TBDY 2018 regulation data, it was evaluated as an original study in terms of being a resource for researchers related to this subject, since the design was made according to the SAMSUN conditions required by the regulation.

MATERIALS AND METHODS

In this study, a model steel industry structure was created and modal analysis was carried out with the finite element method. In the application of the finite element method, the SAP2000 package program, which is used in the field of academic and engineering applications all over the world was used.

A) Description of Model Steel Industry Structure

In the study, a model steel industry structure with a length of 20 m, an opening of 10 m and a height of 9,36 m was used. The structure modeled as a industry structure geometry. Steel structure is modelled as a single storey. The steel industry structure consists of equal length spans in the range of 5 meters. The roof strut is designed as 2,06 meters. In the designed steel industry structure, the pre-sizing was made with the SAP2000 program without making the pre-analysis design. Preferred profiles are respectively: IPE in the columns, UPN steel profile in the purlins and cross connection elements, a 0,018m circular. Bar element in the steel tension connections, and UPN80 profiles in the 2L Cornier Wind tension rod in the roof trusses. After the analysis, optimum profile thicknesses were obtained in the program without any problems and the structure was designed with appropriate profiles. The model steel structure finite element model was created using the SAP 2000 program. The finite element model of the steel industry structure with overhead crane system is given in (Fig.1)

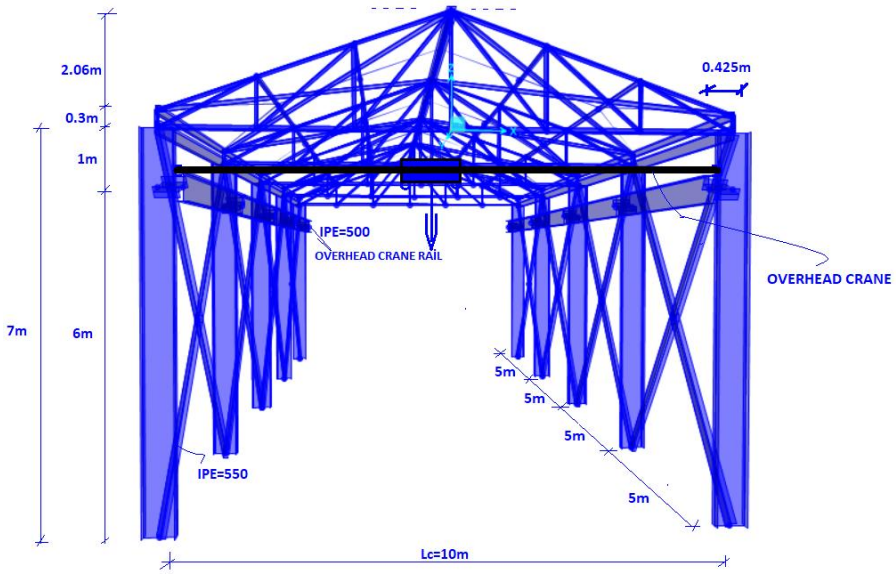


Figure 1. Finite element model of the steel industry structure with Overhead Crane with Sap2000

B) Description of Overhead Crane Systems

In the design of the Overhead Crane Systems; the beam's own weight, the rail, all accessories, loads from the crane, and the design of the crane rail beams will include the impact factor. In this study the design of the single girder overhead crane was investigated and the dynamic effects of the 10 tons capacity and 10 m span overhead crane on a model steel structure were investigated. The overhead crane was designed to move on a steel rail made of IPE500 profile.

The overhead crane is shown in Figure 1.

Handling Capacity: 10 ton; Bridge Length: L_c =10 m; Distance between wheels of trolley: LK=1,22m

Wheel Loads (KN); Crane R_{max}=52,5 KN; Crane R_{min}=10,6KN; Crane Velocity: 0.167 m/sec

Load Patterns of Overhead Crane System with SAP2000 (FEM) (Fig.3); Crane Speed: (10/60=0,167m/sn); Crane Span=20m; Discretize Load Every Steps=4 Sec.; Duration of Loading is=120 Sec. in Fig.3 Multi Step Vehicle Live Load Pattern Generation of Overhead Crane Systems with Sap2000 was shown.

The overhead crane consists of one girders, one saddles to connect them, and a trolley moving in the longitudinal direction of the overhead crane and wheels. The configuration of the overhead crane is shown in Fig. 2. A 10-ton-capacity overhead crane of overall length 10 m and total weight 12.5 tons was selected as a study object. The driving unit is installed in one of the two girders. The overhead crane is supported by two rails and the runway girders installed in the steel structure as seen figüre 1.

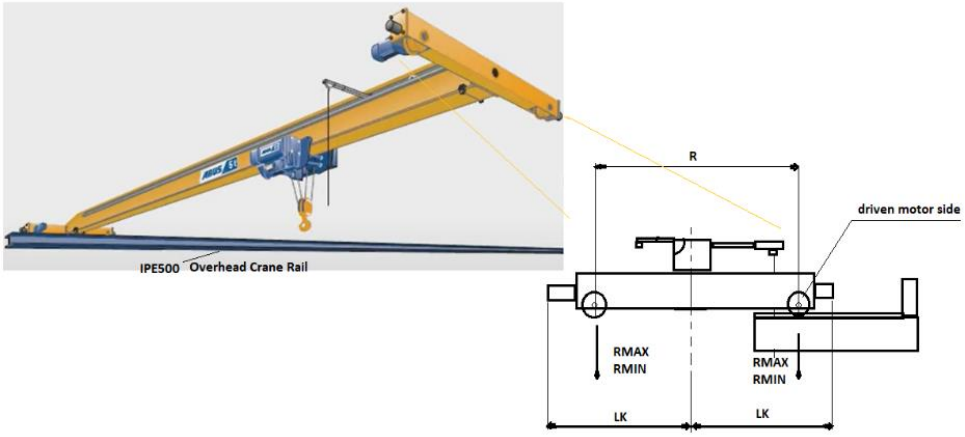


Figure 2. Finite element model of the steel industry structure with Overhead Crane by Sap2000

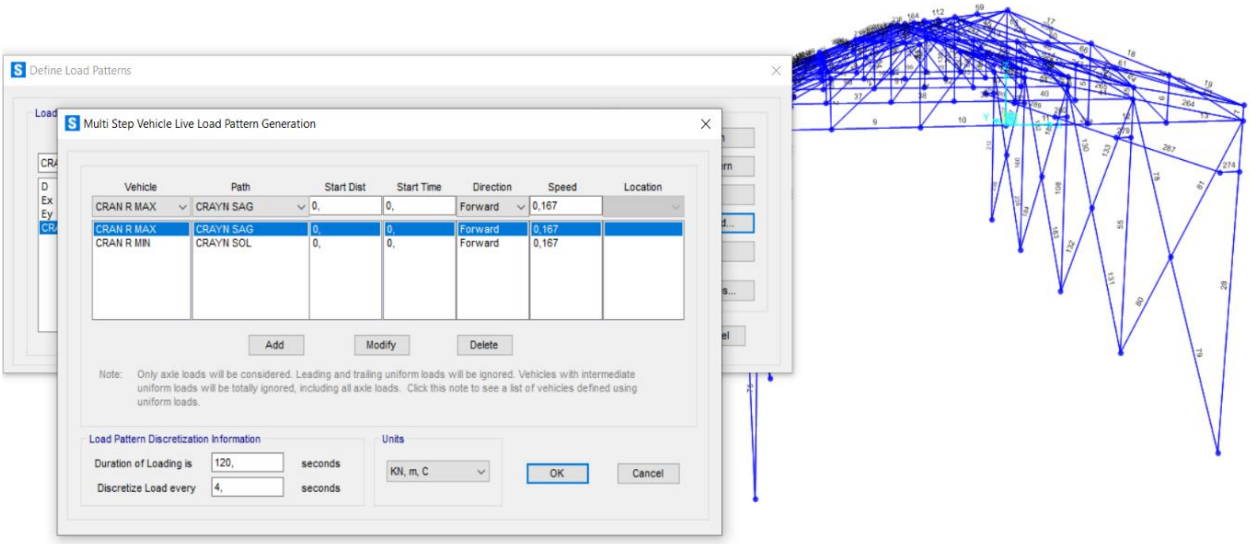


Figure 3. Multi Step Vehicle Live Load Pattern Generation of Overhead Crane Systems with Sap2000

RESULTS and DISCUSSION

The model steel industry structure was first analysed with the finite element method using SAP2000 (V24) then overhead crane systems were added to the system and the same analyses were repeated and the results were compared. In the study, the following were taken as material properties in the analysis; Material grade: S235 steel; the modulus of elasticity as E = 2.0x105MPa, material density ρ = 7.85kg / m3 and Poisson ratio υ = 0.3.

C) Results of the Model Steel Structure with Overhead Crane Systems

The steel industry structure was analysed with overhead Crane systems. The first 5 modes were taken into account in the analysis. Obtained results are presented in figures 4,5,6,7,8 as periods and mode shapes (Table 1)

Table 1. Modal period and frequencies of steel industry structures with Overhead Crane

TABLE: Modal Periods and Frequencies				
OutputCase	**StepType**	**StepNum**	**Period**	**Frequency**
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec
MODAL	Mode	1	0,2936	3,4064
MODAL	Mode	2	0,2164	4,6209
MODAL	Mode	3	0,2156	4,6385
MODAL	Mode	4	0,2155	4,6410
MODAL	Mode	5	0,2154	4,6421

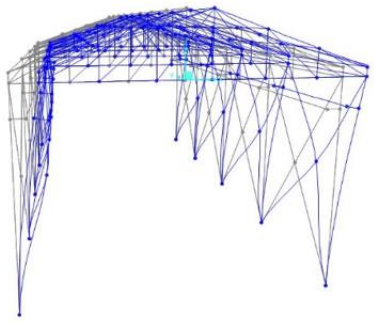


Fig. 4. 1. Mode shape (Period value = 0.2936 s)
Mode 1 is translational mode x side

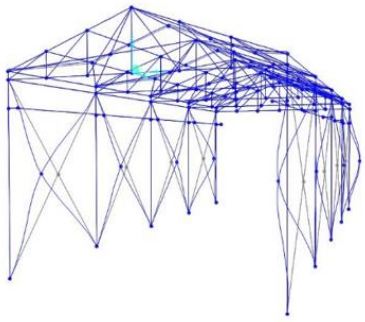


Fig. 5 2. Mode shape (Period value = 0.2164 s)
Mode 2 is torsional mode shape

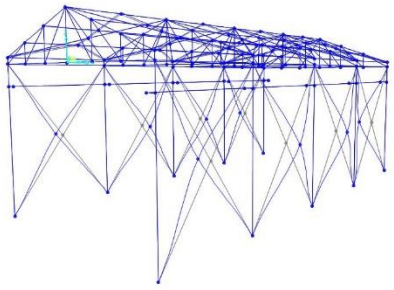


Fig. 6. 3. Mode shape (Period value = 0.2156 s)
Mode 3 is torsional mode shape.

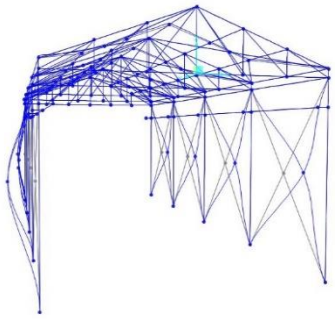


Fig. 7. 4. Mode shape (Period value = 0.2155 s)
Mode 4 is torsional mode shape

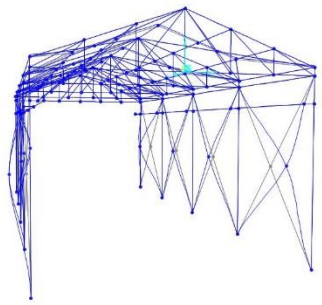


Fig. 8. 5. Mode shape (Period value = 0.2154 s)

Mode 5 is torsional mode shape

D) Results of the Model Steel Structure without Overhead Crane Systems

In this analysis overhead crane systems were not included in the analysis. The following were taken as material properties in the analysis; Material grade: S235 steel material, the modulus of elasticity as E = 2.0x105MPa, material density ρ = 7.85kg / m3 and Poisson ratio υ = 0.3. As a result of the analysis, although the analyses of the steel model structure were made for 12 different modes, the author has taken into account the first 5 modes of the structure. The results are presented for 5 modes at Table 2.

Table 2. Modal period and frequencies of steel industry structures without Overhead Crane

TABLE: Modal Periods and Frequencies without Overhead Crane				
Output Case	**StepType**	**StepNum**	**Period**	**Frequency**
Text	Text	Unitless	Sec	Cyc/sec
MODAL	Mode	1	0,2296	4,3552
MODAL	Mode	2	0,2094	4,7746
MODAL	Mode	3	0,2047	4,8844
MODAL	Mode	4	0,2028	4,9290
MODAL	Mode	5	0,2013	4,9668

The comparison of model steel industry structure with overhead crane system and without overhead crane system of the model is given in Table 3. The first 5 mode shapes of the model steel industry structure were used in this study.

Table 3. Comparison of period value between overhead crane and without overhead crane systems

	With Overhead Crane		Without Overhead Crane			
MOD	**FREQUENCY**	**PERIOD**	**FREQUENCY**	**PERIOD**	**DIFFERENCE**	**PERIOD % DIFFERENCE**
1	3.4064	0.2936	4.3553	0.2296	0.0640	27.9
2	4,6209	0.2164	4,7747	0.2094	0.0070	3,34
3	4,6385	0.2156	4,8844	0.2047	0.0109	5,32
4	4,6410	0.2155	4,9290	0.2028	0.0127	6,26
5	4,6421	0.2154	4,9669	0.2013	0.0141	7,00

The difference between overhead crane and without overhead crane systems in the dominant period is **27.09 %.**

The Modal Mass Participation Ratios Table 4 shows the mass participation ratios in the (UX), (UY), (UZ), (RX), (RY) and (RZ) directions for each mode. In Table 4 the direction in which the mass participation of the relevant mode is high is accepted as the dominant direction for that mode. In this case, for the above table, it can be interpreted that the 1st mode is dominant in the (UX) direction, the 2nd and 3rd Modes are dominant in the (RY), (RZ) direction, in other words, it is dominant in the torsion direction.

Table 4. Modal Participation Mass Ratios

TABLE: Modal Participating Mass Ratios															
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,2936	0,987	5,279E-11	0,00000114	0,987	5,279E-11	0,00000114	4,797E-12	0,046	1,777E-10	4,797E-12	0,046	1,777E-10
MODAL	Mode	2	0,2164	3,616E-10	2,796E-08	4,654E-13	0,987	2,801E-08	0,00000114	2,165E-08	8,584E-08	0,069	2,166E-08	0,046	0,069
MODAL	Mode	3	0,2156	0,000004118	8,343E-08	4,322E-09	0,987	1,114E-07	0,000001144	2,044E-09	0,000001995	0,000004671	2,37E-08	0,046	0,069
MODAL	Mode	4	0,2155	7,604E-09	5,486E-07	0,000009081	0,987	0,00000066	0,00001023	8,39E-08	9,329E-08	0,00000444	1,076E-07	0,046	0,069
MODAL	Mode	5	0,2154	6,948E-08	0,000006935	7,923E-07	0,987	0,000007595	0,00001102	0,000001601	0,000000344	0,000004617	0,000001708	0,046	0,069

CONCLUSION

As a result of the Analytical Analysis, the following results have been reached;

Modal analysis of model steel industry structure with overhead Crane system is performed and results are revealed. Finite element method is used as a method for modal analysis. As a result of the analysis, the first 5 mode shapes and period values of the model steel industry structure with overhead Crane were obtained. The dominant period of the model steel industry structure with overhead crane system was determined as **0.2936** seconds. This study is an example of obtaining period and mode shapes by modeling an overhead crane systems with the finite element method and modal analysis.

A total of 5 natural frequencies ranging from **3.4** to **4.66 Hz**. were obtained analytically from the finite element model of the model steel industry structure with overhead crane systems.

From the finite element model of the model steel structure analytically, a total of 5 periods ranging from 0.29 sec to 0.21 sec. have been obtained. Translational and torsional mode shapes are observed in the mode shapes in the model steel structure with overhead crane systems.

In mode 1, the frequency was measured as 3.4064 Hz. This frequency is the dominant frequency of the model steel structure with overhead crane systems.

In mode 2, the frequency was measured as 4.6209 Hz.; In mode 3, the frequency was measured as 4.6385 Hz.

In mode 4, the frequency was measured as 4.6410 Hz.; In mode 5, the frequency was measured as 4.6421 Hz.

In mode 1, the period was evaluated as 0.2936 Sec. This period is the dominant period of the model steel steel structure with overhead crane systems.

In mode 2, the period was evaluated as 0.2164 Sec.; In mode 3, the period was evaluated as 0.2156 Sec.

In mode 4, the period was evaluated as 0.2155 Sec.; In mode 5, the period was evaluated as 0.2154 Sec.

- The dominant frequency of the structure is **3.4064** Hz. Furthermore, the dominant period of the model steel structure is **0.2936** sec.
- Translation in X, direction in mode 1; Torsion in Y, Z direction in mode 2, mode3, mode4, mode 5
- The maximum tension moment on the rail on which the overhead crane moves was obtained as =70,755 KN.m on the IPE500 rail with element number [290-1] at a distance of 2.91708m.

Considering the mode shapes and the dominant period value of the model steel structure, it is clearly concluded that dynamic loads are of great importance in with overhead crane systems where this design against dynamic effects is successful.

REFERENCES

ABUS Crane Systems, 2022.Available at: https://www.abuscranes.com/cranes/overhead-travelling-cranes

AFAD,Turkey Earthq. Hazard Maps Interact.Web Application, Available at: https:// tdth.afad.gov.tr/.2018

ANSI/AISC 360-ASD89 (2016). Specification for Structural Steel Buildings, American Institute of SteelConstruction, Chicago, Illinois, USA.

Andrea Godoy , Frédéric Barbıer, Charisis Chatzıgogos , Nicolas Besson, Alfred Thibon And Martin Ray 2014. Comparative Seismic Analysis Of Overhead Crane On Steel Frame Carrying Structure:

Aydın H., (2022). Finite Element Analysis of Central Crossed Steel Structure According to TBDY 2018 Regulation, 4th International Conference on Applied Engineering and Natural Sciences, November 10-13, 2022, *Konya, Turkey*, ISBN: 978-605-73046-4-3

Aydın, H. (2022). Determination of the Effect of bridges on Dynamic Parameters of Model Steel Bridge with Finite Elements. 2ndInternational Congress of Engineering and Natural Sciences Studies ISBN: 978-605-71156-5-2 *Ankara/Turkey*, 296.

Azeloğlu C.O, Hasan A G., Özen S., Ümit Ö., Çakır Ç., Sağırlı A 2015. Theoretical And Experimental Deformation Analysis Of Crane Beams Subjected To Moving Load, Sigma J Eng & Nat Sci 33 (4), 2015, 653-663

Bathe, K.-J. (2008). Finite Element Method. In Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering, B.W. Wah (Ed.).

Buildings Incorporating Steel Building Systems: Responsibilities Of The Parties Involved, CSSBI B8-06, Canadian Sheet Steel Building Institute, Cambridge,ON

Crane Supporting Steel Structures: Design Guide, 2nd Edition, Canadian Institute Of Steel Construction,Markham, ON, 2009

C. Alkin, C. E. Imrak, H. Kocabas 2005. Solid Modeling and Finite Element Analysis of an Overhead Crane Bridge, Czech Technical University in Prague, Acta Polytechnica Vol. 45 No. 3/2005

Evaluation Of Adequate Equipment-Structure Interaction Modeling, Second European Conference on Earthquake Engineering and Seismology,İstanbul Aug. 25-29,2014

Günday, F., Dushimimana, A., & Tuhta, S. (2018). Analytical a nd Experimental Modal Analysis of a Model Steel Structure Using Blast Excitation. Presented at the International Conference on Innovative Engineering Applications.

Günday F., 2022, Modal Analysis of Steel Hangar Retrofitted with Cable Element Using Finite Element Method, ICEANS 2022, Konya,Turkey

Kasimzade, A. A., Tuhta, S., Günday, F., Aydın, H. "Obtaining Dynamic Parameters by Using Ambient Vibration Recordings on Model of The Steel Arch Bridge", Periodica Polytechnica Civil Engineering, 65(2), pp. 608–618, 2021. https://doi.org/10.3311/PPci.16422

Kemal S.,2008. Modelling Of 2x250 Gantry Crane Construction And Analysis With Finite Element Method,Msc Thesis,İstanbul Technical University, Department of Mechanical Engineering

Kocabaş S., Analysis and Design of Steel Constructions with The Aid of Sap2000, Msc Thesis, Department of Civil Engineering Institute of Naturel and Applied Science University of Cukurova,2005

Lu, C.; Yang, Z.; Li, P.;Zhang, X.; Huang, J.;Wang, L. Finite Element Analysis and Reinforcement of Steel Crane Beam under Eccentric Track Loading. Machines **2022**, 10, 783. https://doi.org/10.3390/ machines10090783

Nagui William Bishay-Girges,2018. Control of Lateral Forces on Industrial Steel Structures with Overhead Cranes, *SSRG International Journal of Civil Engineering (SSRG – IJCE) – Volume 5 Issue 11 – November 2018*

Naimi S, Peker Ö, 2022. Comparison of Different Types of Steel Structures Under Earthquake Forces Using StaSTEEL and SAP2000. Journal of the Institute of Science and Technology, 12(3): 1577 – 1591

Oden, J. T., & Reddy, J. N. (1976). An introduction to the mathematical theory of finite elements. Wiley, New York.

Öztürk M.,2018, An Evaluatıon About 2018 Turkey Buıldıng Earthquake Regulatıons And Turkey Earthquake Hazards Map Based On Central Anatolıa Regıon, *Selçuk-Teknik Dergisi Issn 1302-6178 Journal Of Selcuk-Technic Cilt 17, Sayı:2-2018 Volume 17, Number:2-2018*

SAP2000 (2024), Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures, Computers and Structures Inc., Berkeley, California, USA.

Sewell, G. (1985). Analysis of a Finite Element Method. Springer, New York, NY.

TBDY2018, Available;https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/03/20180318M1 2.htm,TBDY2018

Tekkaya A.E., & Soyarslan C. (2019). Finite Element Method. In: Chatti S., Laperrière L., Reinhart G., Tolio T. (eds) CIRP Encyclopedia of Production Engineering. Springer, Berlin, Heidelberg.

Tuhta, S., Günday, F., Aydın, H., & Alalou, M. (2020, October). Modal analysis of steel test structure reinforced with cable elements by finite element method, 2*nd International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology, 07-09 October 2020, Gaziantep, Turkey*.

Tuhta, S., Günday, F., Aydın, H., & Alalou, M. (2020, October). Modal analysis of model steel bridge by finite element method. *2nd International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology, 07-09 October 2020, Gaziantep, Turkey*.

Yıldırım Ş., Esim E 2019. Modal Analysis of Double Beam Overhead Type Crane Systems by Finite Element Method, Konya Journal of Engineering Sciences, v.7, Special Issue, pp. 975-988, 2019, DOI: 10.36306/konjes.627067

Zhengyan Zhang, D. Chen and Min Feng, "Dynamics model and dynamic simulation of overhead crane load swing systems based on the ADAMS," *2008 9th International Conference on Computer-Aided Industrial Design and Conceptual Design*, 2008, pp. 484-487, doi: 10.1109/CAIDCD.2008.4730616.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Mechanical Properties of Fly Ash-Based Geopolymer Mortar in the Presence of Silica Fume

Nasrudin Mahamoud MUSE[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8207-696X*), Murat OLGUN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7856-8227*)

[*1] Konya Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Konya, Turkey.
[*1] Konya Technical University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Konya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: nasrudinmuse@gmail.com

Abstract

Geopolymers are inorganic polymeric compounds created by synthesizing raw materials rich in silicate and alumina. A complex aluminosilicate gel develops when these raw ingredients are incorporated with an alkaline solution during the polymerization process. However, there are many factors affecting the geopolymerization process. In this research, factors affecting the mechanical properties of fly ash-based geopolymer mortars in the presence of silica fume were investigated. These factors are the binder/aggregate ratio, the presence of silica fume in the binder materials, different molarity of sodium hydroxide, and different ratios of sodium silicate to sodium hydroxide. It has been observed that increasing both binder (Fly ash + Silica Fume) to aggregate ratio (10%, 15%, 20% and 25%) and molarity of NaOH (6M, 8M, and 10M) has resulted in a continuous increase in compressive and flexural strength of geopolymer samples. Increasing the ratio of Silica Fume (10%, 20%, 30%, and 40%) to total binder dosage in the mixture up to 20% has caused an increase of compressive and flexural strength geopolymers. After that, the strength obtained decreased with a further increase of silica fume dosage beyond 20%. On the other hand, increasing the Na_2SiO_3 to NaOH ratio resulted in a decrease in the compressive and flexural strength of fly ash-based geopolymer mortars. This could be related to the presence of excess silicates in the geopolymer mixture, which could obstruct the geopolymeric structure formation and decrease the strength of geopolymer mortars.

Keywords: geopolymer, fly ash, silica fume, sodium hydroxide, sodium silicate.

INTRODUCTION

Portland cement (PC), as one of the most critical and fundamental construction materials, turned into the most used man-made material with a global production of 4.16 Gt/year (Cembureau, 2021). PC consumes a great deal of energy and contributes 5-8% of Global CO_2 emissions, as the production of a ton of concrete emits approximately a ton of CO_2 (Boden et al., 2008). Thus, many studies have been conducted regarding finding substitute material for cement (partially or fully) with other eco-friendly binding materials with low CO_2 emission. Victor Glukhovsky produced the first alkali-activated geopolymer by combining clays and an alkaline solution to create low- or calcium-free cementitious materials. He introduced the term "soil cement" and conducted a study into these alkali-activated materials in 1957 (Krivenko, 2017). Davidovits proposed cement-less concrete, commonly known as geopolymer concrete and defined geopolymers as three-dimensional alumina-silicate-based binders (Davidovits, 1991). Geopolymers are one of the most common cement alternative materials employed nowadays (Hao et al., 2015). Due to their minimal CO_2 emissions and utilization of hazardous and non-hazardous waste sources as binder materials, geopolymers are environmentally beneficial (Komnitsas and Zaharaki, 2007). Theoretically, any industrial waste containing sufficient silica and alumina can be utilized in the production of geopolymer (Yang, 2014). Generally, all the studies carried out in the last couple of decades verified that geopolymers are formed by the reaction of binder materials containing alumina-silicate activated with aqueous alkali hydroxide or silicate solution. Some of the binder materials that have been utilized for the production of geopolymers are fly ash (FA) (Xie and Xi, 2001; Bakharev, 2005), metakaolin (Duxson et al., 2007), blast furnace

slag (Martinez et al., 2006), calcined clays (Zhang et al., 2004), and other pozzolans (Martinez et al., 2006; Alcantara et al., 2000).

Alkali-activated materials usually form two main gel systems based on their source of aluminosilicates (Provis and Deventer, 2013; Provis et al., 2015). The activation of products containing low-calcium binder sources like fly ash and metakaolin form a gel dominated by amorphous three-dimensional alkaline aluminosilicate hydrate (N-A-S-H) (Fernández-Jiménez and Palomo, 2005). On the other hand, high-calcium sources like alkali-activated powdered ground granulated blast-furnace slag (GGBS) have a reaction dominated by alkali resulting in the formation of (C-A-S-H) gels. Additionally, it is also possible to witness the coexistence of (N-A-S-H) and (C-A-S-H) gels or forming one hybrid (C,N-A-S-H) by activating FA/GGBS in an alkaline environment, while FA/GGBS ratio having a significant impact on the dominating gel (Ismail et al., 2014; Marjanovic et al., 2015).
Geopolymers have many beneficial properties, such as rapid compressive and flexural strength development, acid and fire resistance, rapid setting time, and sufficient freeze-thaw resistance (Buchwald et al., 2011). Numerous studies have been carried out on the factors that influence the strength and durability of alkaline-activated mortars. These factors are listed as follows.

- **Water content:** Water content plays a significant role in the geopolimerization process. However, using an excess amount of water during the preparation of geopolymer samples results in a decrease in compressive and flexural strength due to the high water loss during curing, which results in the formation of porous microstructure (Hadjito et al., 2004, Narbosa et al., 2000 and Fernandez and Jimenez, 2010).
- **Alkali content:** Alkali content is a crucial factor affecting geopolymer production. The concentration of silicate ions is critical for the formation of geopolymerization. Studies have shown that the compressive and flexural of geopolymer increases with the increase of liquid alkali content to an optimum value and then tends to decrease (Sukmak and Sui-Long, 2013, Thakur and Ghosh, 2009).
- **Silica Content:** Presence of higher silica causes the quicker conversion of aluminosilicate sources to form a geopolymer gel, resulting in shorter initial and final setting times of geopolymers. It also increases the strength and decreases the flowability of geopolymer mortars (Lee and Deventer 2002, Rees et al., 2007, Thakur and Ghosh 2009, Dehghani et al., 2021).
- **Curing condition and time:** Curing condition has a significant effect on the mechanical properties of geopolymer. Numerous studies have demonstrated that oven-cured geopolymers obtain higher compressive and flexural than ambient-cured ones. In general, heating changes the formation of geopolymer gel crystals, which increases the mechanical properties of geopolymers (Shihab et al., 2018). Furthermore, heat curing time has a substantial effect on the mechanical properties of geopolymers as increasing heat curing time increases the compressive and flexural strengths (Thakur and Ghosh, 2009).

As previously mentioned, the method of curing has a significant impact on the micro-structural and strength development of fly ash geopolymers. In contrast to oven-cured specimens, the Class C fly ash geopolymer mixture hardens gradually at ambient temperature and shows little strength gain at the beginning of the ageing process. Therefore, the curing method is determining factor in the geopolymerization process. The geopolymerization process occurs more quickly at higher temperatures between 60 and 90 °C. However, only precast geopolymer concrete buildings can be applied to oven curing. These characteristics restrict the use of fly ash-based geopolymer to precast concrete structures exclusively and are thought to be difficult if not impossible for on-site concrete applications (Duxson et al., 2007). In this research, silica fume was used to obtain higher compressive and flexural strength of fly ash-based geopolymer mortars at an early stage by applying the ambient curing method.

This study deals with investigating the influence of some of the factors mentioned above by varying the following parameters.

(a) The ratio of binder (Fly ash + Silica Fume) to aggregate content (10%, 15%, 20% and 25%),
(b) The ratio of Silica Fume (10%, 20%, 30%, and 40%) to the total binder,
(c) The molarity of NaOH (4M, 6M, 8M, and 10M), and
(d) The Na_2SiO_3 to NaOH solution ratios of (1.5, 1.75, 2, and 2.25) on the synthesis of mechanical properties of fly ash-based geopolymer mortar in the presence of silica fume.

MATERIAL AND METHOD:

Materials

C-type fly ash and silica fume were used as binder material to produce Fly ash and Silica fume-based geopolymer mortars. The Class C fly ash used in this study was obtained from Sivas Kangal Thermal Power Plant Electricity Production Inc. while the Silica fume (SF) was obtained from Antalya Etibank Electrometallurgy Plant. Table 1 shows the chemical compositions of FA and SF. SF's very fine-grained nature and high SiO_2 content cause pozzolanic reactions to begin at a very early age. The combination of Na_2SO_3 and NaOH was used to activate the binder materials and geopolymer mortars.

Table 1. Chemical composition of Class FA and SF

Component		SiO_2	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	MgO	K_2O	ZrO_2	TiO_2	MnO	SO_3	Loss on ignition	Total
FA	Mass (%)	33.1	10.4	18.9	7.48	2.94	1.5	0.4	0.84	0/05	7.58	14.4	100
SF	Mass (%)	89.0	0.47	0.89	1.53	1.60	1.11	-	-	-	0.43	4.97	100

In the experimental study, clean and dry sand passing through a 2 mm sieve was used as aggregate. The particle sizes and granulometry curves of the natural sand used are shown in Table 2 and Figure 1.

Table 2. Distribution of particle dimensions of the aggregate used in the study

Sieve size (mm)	31.5	20	16	11.2	8	4.75	2	1	0.5	0.3	0.15	0.063
Percent Passing (%)	100	100	100	100	99.7	96.14	61.03	38.78	24.13	12.13	2	0.27

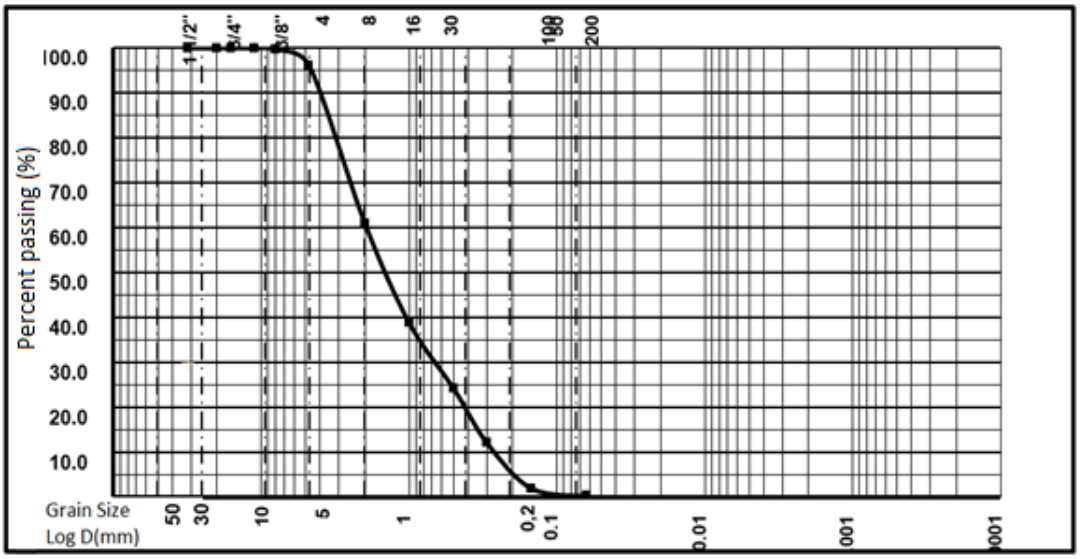


Figure 1. Granulometry curve of the aggregate used in the study

Na_2SO_3 and NaOH were used as alkali activators for activating geopolymer mortars. NaOH was in granulated form and had a purity of 98%. According to the data obtained from the supplying company, the specific gravity of Na_2SO_3 was 1.35 g/cm^3 and its alkaline modulus was 2 (Na_2O_3 = 13%, SiO_3 = 27% and water = 60%).

Mix design and curing condition

In this study, experimental optimization studies were carried out using the Taguchi method. In order to determine the optimal mixture that maximizes the compressive and flexural strength of fly ash and silica fume-based geopolymer mortars, an experimental design with 4 parameters and 4 levels was established utilizing the Taguchi

method's L16 orthogonal design. The parameters examined were: ratio of binder (FA+SF) to aggregate (10%, 15%, 20% and 25%), SF (SF/binder ratio 10%, 20%, 30% and 40%), Molarity of NaOH (4M, 6M, 8M and 10M), Na_2SiO_3 / NaOH ratio (1.5, 1.75, 2 and 2.25). The aforementioned natural sand was used as an aggregate, and a constant amount (1200 gr) was used in all the samples and not evaluated as a variable parameter. Tables 3 and 4 show that a total of 16 mixtures were prepared using the L16 (4^4) orthogonal sequence established.

Table 3. Parameters and levels of L16 used in the experiments

Level	FA+SF (%) (binder/Aggregate ratio)	SF (%) (SF/binder ratio)	NaOH (M)	Na_2SiO_3 / NaOH ratio
1	10	10	4	1.5
2	15	20	6	1.75
3	20	30	8	2
4	25	40	10	2.25

During the mixing process, sand, FA and SF were first added to the mixer pan and mixed for 2 minutes in a dry condition till they formed a homogenous mixture. After that, a solution containing water was added to sodium hydroxide to obtain the desired molarity and rested for 24 hours for chemical reaction completion. Then, a solution of Sodium Silicate was added to the mixture and mixed for 3 minutes.

Geopolymer mortars were cast into the molds of sizes 40x40x160 mm^3 after the mixing phase and applied 72 seconds of compaction using a vibrating table to remove the air entrapped air bubbles. Subsequently, geopolymer mortar samples were cured at an ambient temperature of 20-25ºC and relative humidity in the range of 48-59%. Samples were removed from the molds after 24 hours and cured in the same condition for 28 days.

RESULTS AND DISCUSSIONS:

The compressive and flexural strength results obtained from the geopolymer mortar samples after 7 and 28 days showed that the compressive and flexural strength of geopolymer samples increased with age and are given in Table 5 and Figures 3 to 6. Compressive and flexural strength tests have been carried out in accordance with ASTM C109 and ASTM C293 standards, respectively. Based on the results obtained from the experiments (7 and 28-day strengths), S/N values were computed by employing Equation1 to obtain the S/N ratio of "Larger is better" result.

$$S/N_L = -10Log\left[\frac{1}{n}\sum_1^n \frac{1}{Y_i{}^2}\right] \quad (1)$$

The S/N values calculated in the evaluation of the test results are given in Table 4.

Table 4. Material used in the mixtures and the compressive strength results of 7 and 28-day and their S/N values

Level	FA+SF (%) (binder/Aggregate ratio)	SF (%) (SF/binder ratio)	NaOH (M)	Na_2SiO_3 / NaOH ratio	7-day Compressive strength (MPa)	28-day Compressive strength (MPa)	7-day Flexural strength (MPa)	28-day Flexural strength (MPa)
1	120	12	4	1.5	3.2	4.6	1.0	1.4
2	120	24	6	1.75	6.7	9.1	2.2	3.0
3	120	36	8	2	9.0	12.1	3.2	4.2
4	120	48	10	2.25	6.6	9.4	2.0	2.9
5	180	18	6	2	6.1	8.4	2.0	2.8
6	180	36	4	2.25	5.6	7.8	2.0	2.7
7	180	54	10	1.5	10.9	15.8	3.4	4.9
8	180	72	8	1.75	7.7	11.0	2.5	3.6
9	240	24	8	2.25	10.8	15.1	3.7	5.2
10	240	48	10	2	12.6	18.5	3.9	5.7
11	240	72	4	1.75	5.9	8.1	2.0	2.7
12	240	96	6	1.5	11.3	15.9	4.0	5.6
13	300	30	10	1.75	14.7	21.5	4.8	7.1
14	300	60	8	1.5	13.0	19.4	4.3	6.4
15	300	90	6	2.25	9.5	13.7	3.1	4.5
16	300	120	4	2	6.2	8.8	1.9	2.7

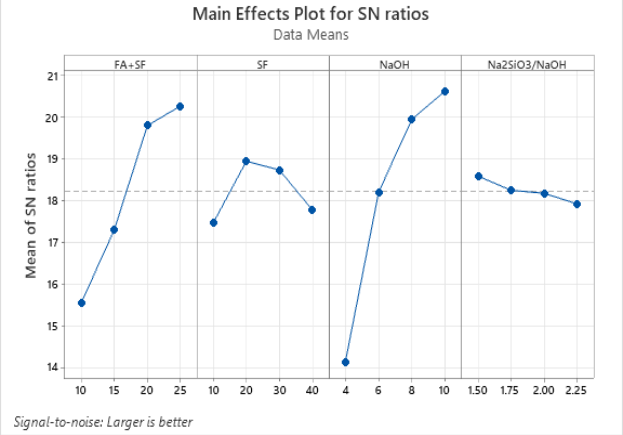


Figure 3. S/N values of compressive strength (7-day)

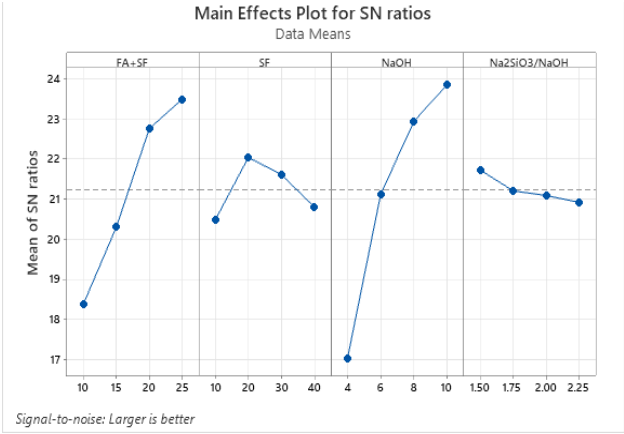


Figure 4. S/N values of compressive strength (28-day)

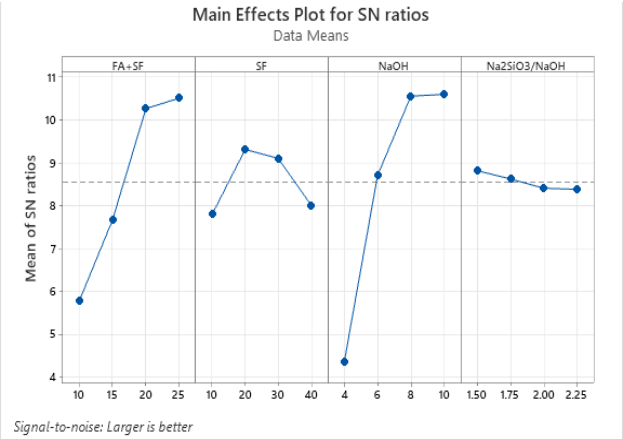


Figure 5. S/N values of flexural strength (7-day)

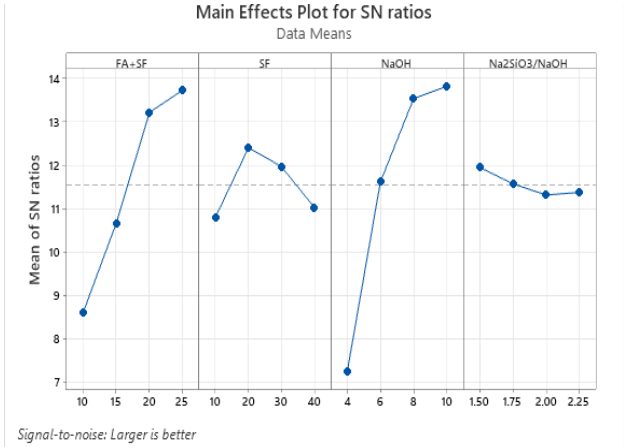


Figure 6. S/N values of flexural strength (28-day)

After the evaluation of the obtained S/N values, the parameter levels that generated the highest S/N values were regarded as the optimal parameter levels after considering both compressive and flexural strength test results. Thus, the analysis of the evaluated S/N values of the 7 and 28-day compressive and flexural strength results depicted that;

- the 4th level of binder content parameter (FA + SF);
- the 2nd level of SF content parameter;
- the 4th level of molarity of NaOH parameter;
- and the 1st level of Na_2SiO_3/NaOH ratio parameter produced the optimum mixture design, and their impact factor is shown in Table 5.

Table 5. Optimal mixture obtained from 7- and 28-day compressive strength results

	FA+SF (binder/Aggregate ratio)	SF (SF/binder ratio)	NaOH (M)	Na_2SiO_3 / NaOH ratio
Optimal level	25%	20 %	10	1.5
Impact Ranking	2	3	1	4

As shown in Figures 3-6, the ratio of binder (FA+SF) to aggregate content in the geopolymer mortar caused the increase of compressive and flexural strength due to the formation of strong bonding between geopolymer gel and aggregate. It is observed that increasing the binder/aggregate ratio from 10 to 25% resulted in a continuous increase in compressive and flexural strength of geopolymers without peaking since it was planned to use less binder dosage for the production of geopolymer mortars.

The addition of SF into the mixture resulted in an increase in the compressive strength of geopolymers, but adding beyond 20% of binder content led to a continuous decrease in compressive and flexural strength. In general, blending SF into FA is expected to decrease porosity and improve the mechanical properties of geopolymers (Thokchom et al., 2011). However, Blash and Lakshmi (2018) proposed adding excess SF into geopolymer mixture may decrease the workability and strength of geopolymers.

The compressive and flexural strength increased with an increase in NaOH molarity, as confirmed by most of the studies available in the literature. It's observed that increasing molarity from 4M to 10M resulted in continuous increase in compressive and flexural strength of geopolymers without peaking since it was intended to use less dosage of NaOH.

It can also be observed that the compressive and flexural strength decreased continuously with the increase in Na_2SiO_3 to NaOH solution ratio. Generally, the presence of soluble silicates in the geopolymer mortar helps the polycondensation of geopolymeric systems (Gao et al. 2014). However, the presence of excess silicates in the geopolymer mixture which obstructs the geopolymeric structure formation resulting in the presence of insoluble silicates in the geopolymer mixture that could cause a decrease in the strength of geopolymer mortar (Cheng et al. 2003).

4. Conclusion:

In the present study, some of the factors affecting the mechanical properties of FA and SF-based geopolymer were investigated. From the study, it has been observed that:

- The strength of geopolymer increases with the increase of the dosage of binder material
- Silica fume presence decreased porosity and increased compressive strength, but adding more than 20% of binder content led to a continuous decrease in compressive strength.
- Molarity of NaOH plays a vital role in the geopolymerization process, and the increase of molarity from 4M to 10M led to a compressive strength increase.
- Increasing the ratio of Na_2SiO_3 to NaOH resulted in a decrease in the compressive and flexural strength of fly ash-based geopolymer mortars. That could be related to the presence of excess silicates in the geopolymer mixture which could obstruct the geopolymeric structure formation and cause a decrease in the strength of geopolymer mortars.

Studies related to addition of SF into high calcium Fly ash-based geopolymers are very limited. Thus, studying the effects of excess silica content on ambient cured geopolymer mortars is beneficial for further understanding

the production of ambient cured geopolymer concrete since oven curing of geopolymer concrete to obtain high strength is only limited to pre-casted geopolymer concrete.

References

CEMBUREAU, Activity report 2021, Brussels, 2021.

Boden TA, Marland G and Andres RJ, 2009. Global, regional, and national fossil-fuel CO_2 emissions. Carbon dioxide information analysis center, Oak ridge national laboratory, US department of energy, Oak Ridge, Tenn., USA doi, 10.

Krivenko P, 2017. Why alkaline activation–60 years of the theory and practice of alkali-activated materials. Journal of Ceramic Science and Technology, 8(3), pp.323-333.

Davidovits J and Davidovics M 1991. Geopolymer: ultra-high temperature tooling material for the manufacture of advanced composites. How Concept Becomes Reality., 36, pp.1939-1949.

Hao H, Lin KL, Wang D, Chao SJ, Shiu HS, Cheng TW and Hwang CL 2015. Elucidating characteristics of geopolymer with solar panel waste glass. Environ. Eng. Manag. J, 14(1), pp.79-87.

Komnitsas K and Zaharaki D 2007 Geopolymerisation: A review and prospects for the minerals industry Minerals engineering 20 1261-77

Ye N, Yang J, Ke X, Zhu J, Li Y, Xiang C, Wang H, Li L and Xiao B 2014 Synthesis and characterization of geopolymer from Bayer red mud with thermal pretreatment Journal of the American Ceramic Society 97 1652-60

Bakharev T 2005. Geopolymer materials prepared using class F fly ash and elevated temperature curing. Journal of Cement and Concrete Research, 35, 1224-1232.

Provis JL and Van Deventer JS 2013. Alkali activated materials: state-of-the-art report, RILEM TC 224-AAM (Vol. 13). Springer Science & Business Media.

Provis JL, Palomo A and Shi C 2015. Advances in understanding alkali-activated materials. Cement and Concrete Research, 78, pp.110-125.

Fernández-Jiménez A, and Palomo A 2005. Composition and microstructure of alkali activated fly ash binder: Effect of the activator. Cement and concrete research, 35(10), pp.1984-1992.

Ismail I, Bernal SA, Provis, J.L., San Nicolas, R., Hamdan, S. and van Deventer, J.S., 2014. Modification of phase evolution in alkali-activated blast furnace slag by the incorporation of fly ash. Cement and Concrete Composites, 45, pp.125-135.

Marjanović N, Komljenović M, Baščarević Z, Nikolić V and Petrović R 2015. Physical–mechanical and microstructural properties of alkali-activated fly ash–blast furnace slag blends. Ceramics International, 41(1), pp.1421-1435.

Zhang S, Gong K and Lu J 2004. Novel modification method for inorganic geopolymer by using water soluble organic polymer. Journal of Material Letters, 58, 1292-1296.

Martinez-Ramirez S, Blanco-Varela MT, Erena I, Gener M 2011. Pozzolanic reactivity of zeolitic rocks from two different Cuban deposits: characterization of reaction products. Journal of Applied Clay Science, 32, 40-52.

Duxson P, Mallicoat SW, Lukey GC, Kriven WM, van Deventer JSJ 2007. The effect of alkali and Si/Al ratio on the development of mechanical properties of metakaolin-based geopolymers. Colloids and surfaces A: Physicodhem. Eng. Aspects, 292, 8-20.

Alcantara E, Cheeseman Ch, Knight J, Loizidou M 2000. Properties of alkali activated clinoptilolite. Journal of Cement and Concrete Research, 30, 1641-1646.

Duxson P, Fernández-Jiménez A, Provis JL, Lukey GC, Palomo A, and Van Deventer JSJ 2007. Geopolymer technology: The current state of the art. Journal of Materials Science, 42(9): 2917-2933.

Buchwald A, Zellmann HD and Kaps C 2011. Condensation of aluminosilicate gels—model system for geopolymer binders. Journal of Non-Crystalline Solids, 357(5), pp.1376-1382.

Lee WKW and Van Deventer JSJ 2002. Structural reorganisation of class F fly ash in alkaline silicate solutions. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 211(1), pp.49-66.

Rees CA, Provis JL, Lukey GC and Van Deventer JS 2007. In situ ATR-FTIR study of the early stages of fly ash geopolymer gel formation. Langmuir, 23(17), pp.9076-9082.

Thakur RN and Ghosh S 2009. Effect of mix composition on compressive strength and microstructure of fly ash based geopolymer composites. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 4(4), pp.68-74.

Dehghani A, Aslani F and Panah NG 2021. Effects of initial SiO2/Al2O3 molar ratio and slag on fly ash-based ambient cured geopolymer properties. Construction and Building Materials, 293, p.123527.

Shihab Abdalla, Abbas J & Ibrahim A 2018. Effects of Temperature in Different Initial Duration Time for Soft Clay Stabilized by Fly Ash Based Geopolymer. Civil Engineering Journal. 4. 2082. 10.28991/cej-03091141.

Gao K, Lin KL, Wang DY, Hwang CL, Shiu HS, Chang YM and Cheng TW 2014. "Effect of SiO2/Na2O molar ratio on mechanical properties and the microstructure of nano-SiO2 metakaolin based Geopolymers", Construction and Building Materials, Vol. 53, pp. 503-510.

Cheng TW and Chiu JP 2003. "Fire Resistant Geopolymer produced by Granulated Blast Furnace Slag", Minerals Engineering, vol 16, pp. 205-210.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Uninterrupted Money Transfer Solution: Sentry Transfer

Ekin Pelvan[1] (ORCID: https://orcid.org/*0000-0001-8262-9547*)
Doğuş Bilgel[2] (ORCID: https://orcid.org/*0000-0001-6182-5725*)
Z. Sude Sarı[3] (ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-0341-6488*)
M. Fatih Akay[4*] (ORCID: https://orcid.org/*0000-0003-0780-0679*)

[1]United Payment, PayPort Department, Istanbul, Turkey
[2]United Payment, PayPort Department, Istanbul, Turkey
[3]Cukurova University, Department of Computer Engineering, Adana, Turkey
[4]Cukurova University, Department of Computer Engineering, Adana, Turkey

*Corresponding author e-mail: mfakay@cu.edu.tr

Abstract

With the proliferation of digital banking, many banks are now processing transactions through internet banking and mobile branches. Digital banking allows anyone to make payments and transfers from anywhere. Money transfer is one of the most used digital banking transactions today. Money transfer methods offered by banks are used for workplace payments, rent payments, and payments for goods and services. Since money transfers are not possible on weekdays and holidays, business owners schedule their money transfers according to specific days and hours. In this study, Sentry Transfer was developed to enable uninterrupted money transfers. Sentry Transfer is a platform that enables fast, reliable, and easy money transfers between banks anytime. It has been developed to eliminate the obligation to have an account at the same bank for transfers, the time restrictions imposed by the Electronic Funds Transfer (EFT) system, and the high commissions and limit problems that the Instant and Continuous Money Transfer (ICFT) system entails. With this platform, it is possible to transfer money at any time of the day and without time restrictions.

Keywords: Money Transfer, Electronic Funds Transfer, Instant Funds Transfer, Wire Transfer

INTRODUCTION

Digital banking is an advanced form of online banking. Banking services are provided online here. Digital banking includes a high level of process automation, mobile applications, and web-based services for providing banking products and conducting transactions. Digital banking enables anyone to make payments and transfers from anywhere.

Money transfer is one of the most used digital banking transactions today. Due to globalization, the acceleration of life, and inevitable technological development, the phenomenon of money transfer has also changed over time. Domestic money transfers by hand, with intermediary companies, or with the help of public transportation have evolved and given way to effortless transactions from bank accounts. There are several ways to send money domestically. The first of these is the wire transfer. The system that allows the sending account to transfer money from the same bank to another account or an account at the same bank is called a wire transfer. While this system, like any money transfer system, requires a fee, it can conduct transactions around the clock because the transfer is made from the same bank accounts. However, only the receiver and the sender can send from the same bank account. If the sender's account and the receiver's account have accounts at different banks, the money can be transferred through EFT via the bank account. However, since EFT is a transfer between different banks, it cannot be done 24/7. Each bank has EFT hours that vary during working hours. These hours are usually between 09:00 - 17:00. However, EFT cannot be performed outside working hours, on weekends and holidays. Transactions made during the specified hours will be executed on the next business day. The ICFT transaction, which allows money transfers between different banks 24 hours a day, 7 days a week and without time limits, is similar to EFT. For all these reasons, the objective of this study was to develop a platform for uninterrupted money transfers called Sentry Transfer.

This paper is organized as follows: Section 2 presents related literature. Details of study are given in Section 3. Section 4 concludes the paper.

LITERATURE REVIEW

In recent years, various methods have been used to transfer money. For this reason, it is important to analyze the measures that can effectively prevent the uncertainty that can cause EFT. Despite the importance of these systems, many financial institutions are not aware of the potential risks and fraud associated with Automated Clearing House (ACH). Therefore, (Sheema and Subala, 2022) addressed the risks of EFT and attempted to propose measures to reduce exposure to such risks. (Christodorescu et al., 2020) developed a system to enable the secure issuance and transmission of a new Central Bank Digital Currency (CBDC). In this design, public-key cryptography was used with the central bank and other financial institutions as the certification authority to create digital signatures. CBDC was intended to create a flexible payment system that allows consumers and businesses to conduct offline digital transactions in any situation. An Offline Payment System (OPS) had been proposed that allows one user to make a digital payment to another user while both users were temporarily offline and unable to connect to payment agents (including the Internet). (Islam et al., 2020) proposed a money transfer system to automate and improve the security of the payment process for Small and Medium Enterprises (SMEs) in Bangladesh. To achieve this goal, a conceptual framework was proposed from the perspective of Industry 4.0, along with the necessary algorithm. The proposed system incorporated the technique of iris verification to uniquely and permanently verify the identity of a user. Customers with multiple bank accounts used multiple applications to manage those accounts. And so many applications mean a huge amount of data. The real problem was that when big data was integrated, the volume, variety, and accuracy of the data become too large for traditional data processing to handle. (Srividhya et al., 2017) proposed a system for the systematic processing of such big data. The system combined multiple accounts of the customer into a common layer that fulfills all their transactional needs. (Sawaikar, 2015) proposed Yes Money, a remittance system for migrant workers. The proposed system involved the development and implementation of an information and communication-based solution for financial participation. It was found that this system is a product that can benefit other products in the market. (Mulwa and Ndati, 2013) investigated the Integrated Marketing Communication (IMC) strategies used in M-PESA money transfer services in Kenya, which were necessitated by the fact that similar mobile money transfer services exist in Kenya but are not as successful in uptake and usage as M-PESA. The case study method was used, which allows for both qualitative and quantitative analysis and interpretation of the data. The population was selected through both purposive and non-objective sampling methods. The results confirmed that Safaricom employs IMC strategies to disseminate information about the innovation M-PESA that was appropriate for the target markets compared to its competitors, so the success of the launch could be attributed to unique IMC strategies. (Merritt, 2011) analyzed developments in mobile money transfers, the emerging ecosystem, its participants, and business models. It also examined the impact of roaming payment systems across relevant legal and regulatory jurisdictions and geographic boundaries, and the emergence of mobile airtime as an alternative currency. (Wijesundera, 2011) proposed a fast and low-cost money transfer method to solve the high cost of money transfers in Sri Lanka. This method demonstrates the usefulness of such a system for Sri Lanka and implements a prototype for person-to-person mobile money transfer and specifically for managing cashless payments using mobile devices to purchase goods. This system includes an SMS send/receive module, a client-server module, a web module, etc. It contains the most important modules. (Hesse, 2010) introduced an interbank money transfer system for personel computer and mobile devices. In addition, it has been noted that the advent of cell phones with Internet access has led to the emergence of websites built by mobile characteristics such as screen size, page size, image size, and processing power, as well as applications developed solely for the mobile platform. (Badran, 2009) conducted research on money transfer services among different users in Northern Cyprus. The users were students, workers, and some businessmen. It was found that the choice of money transfer service is influenced by factors such as cost, speed, and security. Research had shown that customers use different remittance channels depending on their own needs.

DETAILS OF SENTRY TRANSFER

For companies to run their operations constantly, they may need to transfer money continuously on weekends, special days, and during non-working hours. For this reason, Sentry Transfer provides payment mediation services through the Internet and mobile bank branches so that United Payment customers can transfer money to their bank accounts within the framework of Law No. 5441. Sentry Transfer, whose working principle is shown in Figure 1, consists of the roles and structures listed below.

Sender Bank: the bank to which the remittance is made.
Sender Account/ IBAN: the account information of the customer sending money to the sending bank.
Intermediary account (sending bank): the United Payment Services account information in the sending bank's system.
Receiver's bank: the bank of the receiver in the money transaction.
Receiver's account/ IBAN: the receiver's account number with the receiving bank in the money transfer transaction.
Intermediary account (receiver bank): the United Payment Services account details in the receiving bank's system.

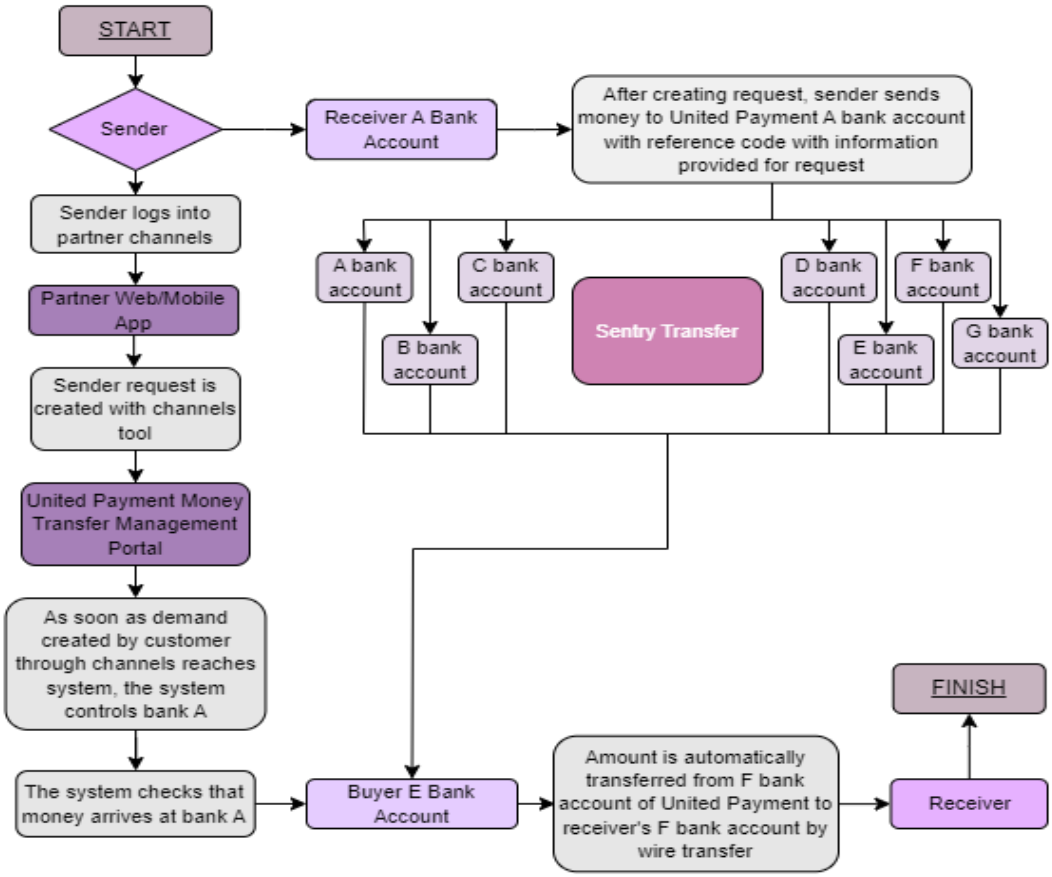


Figure 1. Working Principle of Sentry Transfer

The sender first selects the account at the bank to which the transfer is to be made via Sentry Transfer, enters the receiver's details and the amount he or she wishes to send, and transfers the transfer to United Payment's intermediary account at the sending bank. When United Payment verifies and intercepts this transaction received on the intermediary account, the receiver sends the money via wire transfer from the intermediary account at the bank to which the money is to be sent.

In the development of Sentry Transfer, the front-end was developed using Vue JS and the back-end was developed using Go. Using Go for the back-end resulted in small binaries that did not contain dependencies such as a runtime engine when compiled. The small size of the application resulted in increased network traffic and time savings in the deployment pipeline. Because Go applications did not have extensive framework initialization processes, the applications were able to respond to incoming Web requests within a very short time after deployment. The GRPC protocol was supported over HTTP 2.0. The microservice architecture integrated the sub-applications belonging to the study and ensured their communication with smaller packet sizes and lower network load. Protocol buffers were used to define the message structures of our web applications in a centralised system. Integration began with the creation of server and client code with a single command using the definitions in these proto files. Thanks to the GRPC gateway, the remaining service ends were also offered to partners supporting only HTTP 1.1 communication without writing any additional code. Sentry Transfer was run as a Docker container in a microservice architecture. Hashicorp Nomad was used as

a tool for containerized application management (orchestration). To complement this, Consul was used for service discovery to communicate between our applications and Fabio for routing and load balancing.

CONCLUSION

For financial processes to be orderly, money transfers must occur without interruption. Current money transfer methods are fraught with problems, such as requiring the same bank, the ability to transfer at specific times, commission fees, and transaction limits. For this reason, this study developed the Sentry Transfer application, which enables money transfers around the clock. With this application, customers can send money uninterrupted, whether on weekends, special days, or outside working hours, and they can continue their operational processes efficiently.

REFERENCES

Badran MA 2009. Money Transfer Services (Doctoral dissertation, Eastern Mediterranean University (EMU)).

Christodorescu M, Gu WC, Kumaresan R, Minaei M, Ozdayi M, Price B, Zamani M 2020. Towards a two-tier hierarchical infrastructure: An offline payment system for Central Bank digital currencies. arXiv preprint arXiv:2012.08003.

Hesse WAK 2010. Interbank money transfer system for PC and mobile.

Islam I, Munim KM, Islam MN, Karim MM 2019. A proposed secure mobile money transfer system for SME in Bangladesh: An industry 4.0 perspective. In 2019 International Conference on Sustainable Technologies for Industry 4.0 (STI). IEEE: pp. 1-6.

Merritt C 2011. Mobile money transfer services: the next phase in the evolution of person-to-person payments. Journal of Payments Strategy & Systems, 5(2): 143-160.

Mulwa M, Ndati N 2013. Integrated marketing communication and technology adoption: a case of Safaricom's M-PESA mobile money transfer services in Kenya. African Journal of Science, Technology, Innovation and Development, 5(5): 363-371.

Sawaikar N 2015. Yes Bank: Innovation in money transfer. Emerald Emerging Markets Case Studies.

Sheema, KMM, Subala M 2022. ISSUES CONCERNING ELECTRONIC FUNDS TRANSFER: AN ANALYSIS. Journal of Positive School Psychology, 5829-5836.

Srividhya S, Raghuraman K, Priya K 2017. A Novel Framework for Electronic Fund Transfer Using Big Data. International Journal of Applied Engineering Research, 12(5): 637-647.

Wijesundera S 2011. Automated mobile money transfer system for Sri Lanka (Doctoral dissertation).

➢ *ORAL PRESENTATION*

Effects of seed colour and seed coat on germination in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds

Ruziye KARAMAN[1]*(*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5088-8253)*, İlknur AKGÜN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7476-7226)*, Cengiz TÜRKAY[1](*ORCID:* https://orcid.org/0000-0003-3857-0140)

[1]: Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Isparta, Türkiye

*Corresponder Author email: ruziyekaraman@isparta.edu.tr

Abstract

In this study, the effect of seed coat presence on germination of bean genotypes with differentseed coat color were investigated. The study was established under laboratory conditionsin a randomized experimental design with 4 replications. In the study, 12 bean genotypes were used and the seeds were divided into two groups after being kept in water in a darkenvironment for 24 hours. In the first group, the seeds were peeled (without damaging the embryo), while the seeds in the second group were left to germinate directly. Germination and seedling growth characteristics were investigated. As a result of the study, germination rate of bean genotypes with different testa colors varied between 80.0 - 88.75%; vigor index 1802.63 - 1158.50; shoot length 6.69 - 10.54 cm; root length 5.17 -10.30 cm; fresh weight 1.23 - 3.41 g and dry weight 0.25 - 0.58 g. As a result of the correlation analysis, statistically positive and significant correlations were determined between the other traits except germination. As a result of the study, removing the seed coat resulted in statistically significant positive increases in all traits examined. It was determined that different testa colour was not effective on seed germination in beans. The highest values were obtained in the other traits except root length in the large white colored bean genotype (G2) with high thousand grain weight.

Keywords: Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), testa colour, testa presence, germination properties, correlation analysis

Introduction

Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) are one of the most important edible grain legumes worldwide. The gene center of beans is Central America and South America (Kwak and Gepts, 2009), and beans are cultivated in five regions including South and East Africa, South Eastern and Western Europe, North, Central and South America and East Asia (Demircan, 2018). In the world, approximately 29 million tons of dry beans are produced on approximately 34.5 million hectares of bean cultivation area and the average yield per hectare is 880 kg (FAO, 2020). In our country, the cultivation area is 890 thousand da, production is 225,000 tons and the average yield per decare is 268 kg (TUIK, 2020). Nutritionally, beans have a good protein source, 2-3 times that of cereal grains (Siddiq et al., 2010). In addition, it is considered one of the most important legumes for human consumption in the world due to the protein, carbohydrates, vitamins and minerals it contains. Furthermore, beans have rich phytochemicals, antioxidant activity and a wide array of flavonoids such as anthocyanins, flavonoids, proanthocyanidins, flavonols, phenolic acids and isoflavones (Beninger and Hosfield, 2003; Choung et al., 2003; Aparicio-Fernandez et al., 2005b; Granito et al., 2008; Lin et al., 2008).

As the main modulator of interactions between the internal structures of the seed and the external environment, the seed coat (testa) not only maintains the integrity of seed parts,but also protects the embryo from mechanical injury, disease and pests. The seed coat also improves seed survival in soil, especially under adverse environmental conditions, and helps to prevent species extinction in the wild (Souza and Marcos-Filho, 2001; Tiryaki et al., 2014). In addition, during periods of rapid water uptake, the seed coat is the primary barrier to water penetration (Zhang et al., 2008). The fact that germination- limiting activities are often less permeable to water and/or oxygen is an indication of its mechanical resistance to radicle emergence (Mohamed-Yasseen et al., 1994).

The seed coat acquires its distinctive colour at physiological maturity. Furthermore, seed coat pigmentation plays an important role in seed dormancy and germination (Powell, 1989; Debeaujon et al., 2000;

Ochuodho et al., 2008). Many sources have stated that seed colour is one of the important characteristics of absorption damage in many crops. In legumes, white seeds germinate earlier than coloured seeds because they have the ability to take up water faster than colored seeds. However, fast germinating seeds are subjectedto more water uptake damage and submergence tolerance (Duran and Retamal, 1989), higher leaching and lower vigor and vigor (Hou and Thseng 1991; Kantar et al., 1996).

Germination and emergence of bean seeds are under the influence of factors such as temperature, humidity, oxygen, coat colour, coat strength and water uptake rate (Demir, 1995). It has been reported that white grain bean varieties have lower seed quality than coloured grain varieties and these white grain varieties show poorer germination, emergence and development, lower yield and less resistance to unfavorable environmental conditions (Powell et al., 1986). In many field crops such as *Phaseolus vulgaris* L. (Hacısalihoğlu et al., 2013; Possobom et al., 2015), soybean (Marwanto, 2004), rapeseed (Zhang et al., 2008), flax (Dana et al., 2008) and *Arabidopsis* (Debeaujonet al., 2000), pod and seed coat colour has been used to develop a simple method to improveseed quality. In this study, it was aimed to determine the effects of seed coat (testa) on germination and seedling traits in bean genotypes with different seed coat colour.

MATERIALS AND METHODS

This research was conducted in the laboratories of Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops in 2021. In the study, 12 bean genotypes with different seed colours were used. The characteristics of the bean genotypes are given in Table 1 and the images of the seeds are given in Figure 1. In the study, registered variety (Yunus 90, G1), Bombay white (G2), black spotted white (G3), red bean (G4), black (G7), dark purple (G8) and yellow (G9) bean genotypes were obtained from seed stocks of Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, powdery (G5), powdery with burgundy spots (G6), light brown (G10), brown with small cream spots (G11) and brown with large cream spots (G12) bean genotypes were obtained from the seed company.

Table 1. Bean genotypes used in the study and their characteristics

Genotype	Seed Color	SW (mm)	SL (mm)	ST (mm)	HGW (g)	CR (%)	L*	a	b
G1*	White	7.79	17.09	6.22	24.97	7.96	79.32	0.25	7.25
G2	Large white	11.76	16.17	7.73	38.12	9.38	74.58	-0.74	11.07
G3	White (with black spots)	7.97	15.07	7.12	25.01	7.80	68.64	0.59	8.48
G4	Red	7.20	14.72	5.24	18.37	8.36	27.27	24.63	10.05
G5	Powder	8.06	15.59	6.21	28.07	6.68	56.41	6.66	19.76
G6	Powder (burgundy speckled)	10.48	13.84	7.72	31.30	7.66	60.97	9.07	17.86
G7	Black	6.36	9.52	4.47	10.21	9.97	18.70	-0.44	1.37
G8	Purple (Dark)	10.17	13.04	6.34	22.99	8.59	26.22	4.49	-0.40
G9	Yellow	8.10	12.04	6.25	17.87	6.57	37.58	14.79	36.06
G10	Brown (Light shade)	15.25	5.09	6.36	17.88	4.91	49.21	6.48	19.70
G11	Brown (with small cream spots)	6.68	12.75	5.21	15.12	6.09	33.73	6.60	13.66
G12	Brown (with large cream spots)	8.37	14.35	7.47	26.40	6.29	39.55	8.85	17.28

* Registered variety; SW: Seed Width; SL: Seed Length; ST: Seed Thickness; HGW: Hundred Grain Weight; CR: Coat Ratio



Figure 1. Images of the bean genotypes used in the study

The study was established in a completely randomized experimental design with 4 replications. In the study, each bean genotype was divided into two groups as with and without seed coat. 200 seeds from each genotype were used. These seeds were separated as 25 seeds in each replicate and placed in 250 ml glass jars with lids. Then, distilled water was added to these jars and they were kept in a dark environment (20-25^0 C) for 24 hours. At the end of 24 hours, the seeds in the jars were removed from the water with the help of a strainerand the seed coats (testa) of 100 seeds out of 200 seeds were peeled without damaging the embryos and cotyledons. Then, 25 with seed coat and coat peeled seeds of different coloured bean genotypes were placed in petri dishes (9 cm diameter). Whatman (No:3) filter paperwas placed 2 under the seeds and 1 on top of the seeds in the petri dishes and the seeds were left to germinate at a temperature of 22-24°C according to the principles specified in ISTA (1996). After the seeds were placed in the germination medium, they were checked every day to determine the number of germinated seeds and the experiment wasterminated at the end of the 9th day. Water was added to the germination media when

necessary. The characteristics examined in the experiment are given below.

Germination rate (%) was calculated by dividing the number of germinated seeds by the number of seeds placed in the germination medium and multiplying by 100. Root and seedling length (cm) was determined at the end of the germination period by cutting the roots and seedlings of the seed from their joints with a razor blade and measuring their lengths with the help of a millimeter ruler (Karaman and Kaya, 2017). Vigor index (VI) was calculated according to the formula VI = [Germination percentage x (root length + seedling length)] using the obtained root and seedling lengths (Hu et al., 2005). Fresh and dry weights (g) were determined by weighing the fresh weights of 10 selected seedlings on a 0.01 precision balance and then the seedlings were dried in an oven at 65˚C for one day and weighed on a precision balance and their dry weights were determined.

The data obtained for the traits examined in the experiment were subjected to analysis ofvariance with TOTEMSTAT statistical package program according to the random plots experimental design and difference groupings were made according to Duncan test. In addition, correlation analysis was performed in Minitab statistical package program to determine the relationships between the traits examined.

Results

In the study, germination and seedling characteristics of bean genotypes with different seed colours were examined with and without seed coats. As a result of the study, genotype and seed coat inclusion status were found to be statistically significant on germination rate (P≤0.01). On the other hand, bean genotypes, presence of seed coat and bean genotypes x seed coat interactions were found statistically significant on vigor index, seedling and root length, fresh and dry weight (P≤0.01; Table 2).

Table 2. F values and significance levels of the traits examined according to seed coat condition of different colored bean genotypes

Characteristics Analyzed	Genotype (G)	Seed Coat (SC)	G x SC
Germination Rate (%)	3.78**	179.81**	1.16 ns
Vigor Index (%)	117.60**	5349.84**	41.28**
Seedling Length (%)	763.22**	36707.37**	184.72**
Root Length (%)	1113.21**	23263.03**	385.34**
Fresh Weight	368.33**	891.06**	22.13**
Dry Weight	204.90**	511.13**	7.50**

**:P≤0.01; ns: not significant

In the study, germination rate of bean genotypes varied between 80.0 - 88.75%. The highest germination rate was determined in red bean genotype (G4) and the lowest in light brown bean genotype (G10). It was observed that there was no statistical difference between the red bean (G4) genotype with the highest germination rate and white (G1), large white (G2), white with black spots (G3), powdery (G5), dark purple (G8), yellow (G9), small (G11) and large (G12) spotted brown bean genotypes. When the germination rates of the genotypes were compared according to the seed coat content, it was determined that the germination rate (90.83%) of the bean genotypes without seed coat (without test) was higher (Table 3).

The vigor index of bean genotypes with different seed color varied between 1033.88 - 1802.63. The highest vigor index was determined in white bean (G3) genotype and white(G1) and large white (G2) bean genotypes were in the same group with G3 genotype. The lowest vigor index was determined in genotype G11 (brown) (587.13). According to theseed coat condition, bean genotypes with seeds without seed coat had higher vigor index(1882.02). The highest vigor index of the bean genotypes with seeds containing seed coatwas determined in white bean genotype (G3) (1271.50) and the lowest was determined inblack bean genotype (G7) (701.00). In bean genotypes without seed coats, the highest vigor index was determined in the large white bean (G2) genotype (2457.25) and in the registered (white) bean variety (G1). Again, the lowest vigor index in bean genotypes without seed coat was determined in dark purple bean (G11) genotype (1535.00) and redbean (G4) genotype (1538.50) (Table 3).

Table 3. Effect of seed coat presence on germination rate (%) and vigor index in bean genotypes with different colored seeds

Genotipes	Germination Rate (%)			Vigor Index		
	With Seed Coat	Without Seed coat	Mean	With Seed Coat	Without Seed coat	Mean
G1	82.50	90.00	**86.25 A-C***	1046.25 b	2421.25 ab	**1733.75 A**
G2	76.25	92.50	**84.38 A-C**	1059.25 b	2457.25 a	**1758.25 A**
G3	83.75	91.25	**87.50 AB**	1271.50 a	2333.75 b	**1802.63 A**
G4	85.00	92.50	**88.75 A**	851.25 c	1538.50 g	**1194.88 D**
G5	77.50	92.50	**85.00 A-C**	823.75 cd	2014.00 c	**1418.88 B**
G6	76.25	88.75	**82.50 BC**	981.50 b	1748.50 e	**1365.00 B**
G7	77.50	87.50	**82.50 BC**	701.00 e	1628.75 fg	**1164.88 D**
G8	80.00	92.50	**86.25 A-C**	801.50 cd	1266.25 h	**1158.50 D**
G9	82.50	93.75	**88.13 AB**	827.00 c	1670.50 ef	**1248.75 CD**
G10	75.00	85.00	**80.00 C**	722.75 de	2080.25 c	**1401.50 B**
G11	82.50	90.00	**86.25 A-C**	782.00 c-e	1535.00 g	**1033.88 E**
G12	82.50	93.75	**88.13 AB**	784.50 c-e	1890.25 d	**1337.38 BC**
Mean	***80.10 B***	***90.83 A***		***887.69 B***	***1882.02 A***	

*The difference between the means shown with the same letter in the same column and row is insignificant.

In the study, the average seedling lengths of bean genotypes with different seed coat colours varied between 6.69 - 10.54 cm. The highest seedling length was determined in large whitebean genotype (G2) and the lowest seedling length was determined in dark purple bean genotype (G8). When the seed coat content was analyzed, the average seedling length of bean genotypes without seed coat was higher (11.20 cm). In the genotypes containing seed coat, the highest seedling length was determined in large white bean genotypes (G2) and white with black speckles bean genotypes (G3) and the lowest seedling length was determined in light brown bean genotype (G10). In genotypes without seed coats, the highest seedling length was determined in the large white bean genotype (G2) and the lowest in the dark purple bean genotype (G8) (Table 4).

Table 4. Means (cm) of seedling and root length of different colored bean genotypes according to seed coat condition

Genotypes	Seedling Length			Root Length		
	With Seed Coat	Without Seed coat	Mean	With Seed Coat	Without Seed coat	Mean
G1	6.77 b	13.52 b	**10.15 B***	5.92 d	12.30 b	**9.11 C***
G2	7.16 a	13.91 a	**10.54 A**	6.73 b	12.66 a	**9.70 B**
G3	7.28 a	12.89 c	**10.08 B**	7.91 a	12.69 a	**10.30 A**
G4	5.05 e	9.82 g	**7.43 G**	4.97 e	6.82 j	**5.89 I**
G5	6.04 c	13.50 b	**9.77 C**	4.94 e	10.19 d	**7.57 E**
G6	6.74 b	10.89 e	**8.81 D**	6.14 c	8.82 g	**7.48 E**
G7	4.56 f	9.55 h	**7.06 H**	4.48 f	9.07 f	**6.77 FG**
G8	4.99 e	8.38 j	**6.69 I**	5.03 e	5.31 k	**5.17 J**
G9	5.08 e	10.33 f	**7.70 F**	4.95 e	8.23 h	**6.59 G**
G10	4.25 g	11.79 d	**8.02 E**	5.08 e	10.71 c	**7.89 D**
G11	4.96 e	9.08 ı	**7.02 H**	4.52 f	7.98 ı	**6.25 H**
G12	5.34 d	10.69 e	**8.02 E**	4.17 g	9.48 e	**6.82 F**
Mean	***5.68 B***	***11.20 A***		***5.40 B***	***9.52 A***	

*The difference between the means shown with the same letter in the same column and row is insignificant.

The average root length of different colored bean genotypes was highest in white bean genotype (G3) (10.30 cm) and lowest in dark purple bean genotype (G8) (5.17 cm). On the other hand, root length averages (9.52 cm) were higher in bean genotypes without seed coats as in seedling length. In bean genotypes containing seed coats, the highest root length was determined in white with black spots bean genotype (G3) and the lowest rootlength was determined in brown bean genotype (G12) with small cream spots. In the bean genotypes without seed coats, root length was highest in the large white (G2) and black speckled white (G3) genotypes and lowest in the small cream speckled brown bean (G11)genotype (Table 4).

Fresh and Dry Weight

The average fresh weight of the bean genotypes varied between 1.23 - 3.41 g. The highest fresh weight was determined in the large white coloured bean genotype (G2) and the lowest fresh weight was determined in the small cream spotted brown bean genotype (G11). When the seed coat inclusion status was analyzed, the average fresh weight of the seeds whose seed coats were removed was higher (2.20 g). On the other hand, the highest fresh weightwas determined in genotype G2 (2.85 and 3.97 g, respectively) among the seeds with and without seed coat. Among the bean genotypes with seed coat, the lowest fresh weight was determined in the genotype G11 (brown bean with small cream spots), while the lowest fresh weights were determined in the genotypes G11, G10 and G12 (1.58, 1.59 and 1.61 g,respectively) without seed coat (Table 5).

Table 5. Averages of fresh and dry weights of different coloured bean genotypes accordingto seed coat condition (g)

Genotypes	**Fresh Weight**			**Dry Weight**		
	With Seed Coat	**Without Seed coat**	**Mean**	**With Seed Coat**	**Without Seed coat**	**Mean**
G1	2.07 b	2.33 c	**2.20 BC**	0.47 b	0.53 b	**0.50 C***
G2	2.85 a	3.97 a	**3.41 A**	0.52 a	0.63 a	**0.58 A**
G3	1.82 c	2.36 c	**2.09 C**	0.48 b	0.61 a	**0.54 B**
G4	1.86 c	2.07 d-f	**1.96 D**	0.35 c	0.47 c	**0.41 D**
G5	1.98 b	2.61 b	**2.30 B**	0.48 b	0.56 b	**0.52 BC**
G6	2.02 b	2.12 de	**2.07 CD**	0.27 e	0.32 fg	**0.29 FG**
G7	1.29 e	2.02 ef	**1.65 F**	0.30 d	0.45 c	**0.37 E**
G8	1.48 d	2.14 d	**1.81 E**	0.37 c	0.47 c	**0.42 D**
G9	1.49 d	1.96 f	**1.73 EF**	0.26 e	0.36 de	**0.31 F**
G10	1.28 e	1.59 g	**1.44 G**	0.22 f	0.28 g	**0.25 H**
G11	1.16 e	1.58 g	**1.23 H**	0.17 g	0.38 d	**0.28 GH**
G12	0.88 f	1.61 g	**1.39 G**	0.25 ef	0.34 ef	**0.30 FG**
Mean	***1.68 B***	***2.20 A***		***0.34 B***	***0.45 A***	

*The difference between the means shown with the same letter in the same column and row is insignificant.

The highest average dry weight of different colored bean genotypes was determined in the large white bean (G2) genotype (0.58 g) and the lowest in the light brown bean (G10)genotype (0.25 g). According to seed coat condition, the highest average dry weight wasdetermined in the treatment without seed coat (0.45 g). Among the bean genotypes containing seed coat, the highest dry weight was determined in the large white bean (G2)genotype and the lowest dry weight was determined in the small cream speckled brown bean (G11) genotype. In bean seeds without seed coat, dry weight was highest in large white (G2) and white bean with black spots (G3) genotypes and lowest in light brown bean (G10) genotype (Table 5).

Correlation Analysis

The correlation values of the traits examined in the study are given in Table 6. It was determined that there were statistically positive and significant correlations among the other traits except germination rate ($P \leq 0.01$). The highest positive and significant correlation was determined between vigor index and seedling and root length in the groupwithout seed coat. Although there was a significant correlation (r=0.29*)

between germination rate and vigor index in samples without seed coat, this correlation was positive but insignificant when the seed coat was removed. The relationship between germination rate and other traits was found to be insignificant (Table 1).

Table 6. Correlation coefficients (r) between the traits examined according to seed coatcondition in bean genotypes

Examined Characters	Seed coat	GR	VI	SL	RL	FW
VI	+	0.29*				
	-	0.049				
SL	+	0.011	0.882**			
	-	0.006	0.929**			
RL	+	-0.013	0.915**	0.826**		
	-	-0.131	0.954**	0.826**		
FW	+	-0.181	0.610**	0.761**	0.643**	
	-	0.176	0.535**	0.626**	0.482**	
DW	+	-0.007	0.640**	0.712**	0.630**	0.789**
	-	0.266	0.481**	0.542**	0.450 **	0.757**

GR: Germination Rate; VI: Vigor Index; SL: Seedling Length; RL: Root Length; WW: Fresh Weight; DW: Dry Weight

Discussion

In this study, the effects of the presence of seed coat on germination and seedling characteristics of bean genotypes with different seed coat colour (with and without seed coat removed) were investigated. In the study, germination (germination rate and vigor index) and seedling (seedling length, root length, fresh and dry weight) traits showed significant variation according to bean genotypes and presence of seed coat (Table 2; 3; 4; 5). As a result of the correlation analysis, statistically positive and significant correlations were determined between the other traits except germination (Table 6). Although the highest germination rate was determined in the red colored bean genotype (G4), high germination rates were also determined in bean genotypes with different seed coat colours [white (G1),large white (G2), white with black spots (G3), powdery (G5), dark purple (G8), yellow (G9), small (G11) and brown with large spots (G12)] (Table 3). This shows that seed coat colour is not effective on germination rate. However, in different studies, it was determined that seed coat color can affect germination. As a matter of fact, Abdullah et al. (1991) reported that germination rate of colored cowpea genotypes varied between 0-83%, and the germination rate of brown and black testa genotypes (41-83%) was higher than that of white and partially white genotypes (0-21%). Torada and Amano (2002) also reported that seed coat color negatively affected germination and the seed coat weight of yellow seedswas higher than that of light or dark brown seeds. Powell et al. (1986) determined the field emergence of 30 *Phaseolus vulgaris* L. with different testa colors and found that black and brown testa beans (91%) had higher emergence rates than white testa beans (67%). Powell (1989) found that when the expression of the A gene in coloured pea lines was suppressed by a recessive pollen gene, the resulting white seeds (palpal AA) absorbed water faster. They also reported that there is a close relationship between pigmentation inthe seed coat and slow water uptake and that the slow water uptake in coloured pea seeds is related to the restriction of water entry by the seed coat. In our study, it can be said that when the seed coat was removed, high germination rate occurred (white with large white,white with black spots, red, powdery, dark purple, yellow, brown with small and large spots) due to the increase in water uptake rate and it can be said that the seed coat slows down the permeability to water.

In edible grain legume species, heterogeneous maturation can lead to significant differences among seeds in shape, size, weight and color (Fenner, 1993; Coste et al., 2001; 2005). These differences can affect the subsequent physiological characteristics of the seeds (e.g. germination and dormancy) (Kahn et al., 1996). Powell et al. (1986) reportedthat beans with colored testas adhered more firmly to the testa cotyledons than beans withwhite testas, and that this was the main factor affecting the faster water uptake of coloredseeds. It has been suggested that cowpea cultivars with fully or partially cream/beige testahave faster water uptake than cultivars with coloured testa, and that colored seed coats arethicker than light-colored seeds (Morris et al., 1968). It has also been reported that dark seed coats form a physical barrier with a larger number of cells,

differences in cell densityor some chemical reactions (phenolic oxidation) specific to colored seeds can reduce water permeability (Khan et al., 1997). Furthermore, lignin content in Lima bean testa was found to affect both testa thickness and water absorption rate (Kannenberg and Allard, 1964). In a study on cowpea, it was determined that water was absorbed faster in cowpea varieties with fully or partially cream/beige testa than in varieties with colored testa (Pekşen et al., 2004). As a matter of fact, the variation in germination and seedling characteristics of bean genotypes with different seed coat colours in our study may be dueto physical, technological and quality characteristics of the seeds as well as genetic characteristics. In addition, it can be said that the seed coat reduces water absorption andcreates a barrier in germination.

The vigor index, which is obtained by multiplying the germination percentage by the seedling + root length, was higher in the genotypes with white testa (G1, G2 and G3). The lowest was found in dark purple (G7) and black (G8) genotypes with high pigmentation. Tong et al. (2021) found that the vigor index and root length of the yellow seed coat clover were 13% and 18% higher than the brown clover, respectively. On the otherhand, since germination, i.e. growth, started earlier in the samples with the seed coat removed, the vigor index was found to be 2-3 times higher than those containing the seedcoat (Table 3).

In the study, variation was determined in seedling traits (seedling length, root length, freshand dry weight) of bean genotypes with different seed coat colour. The increase in growthrate in seed coat color also increased the seedling traits. On the other hand, seedling length,root length, fresh and dry weight values of the seeds decreased as seed color changed fromlight to dark (Table 3; 4). Anuradha et al. (2009) classified chickpea according to differentseed coat colours (light and dark brown) and found that light coloured seeds had higher germination and potential, seedling length, dry matter production, vigor index. Atak et al. (2008) determined that seedling characteristics (seedling length, root length, fresh and dry weight) of pea genotypes with light, medium and dark green seed colors were highest indark green pea genotypes and lowest in light green pea genotypes. However, besides seedcoat color, genetic factors potentially affect both seed germination and seedling growth (Souza and Marcos-Filho, 2001). The differences observed between the traits examined in the study may vary according to the genetic structure of the seeds as well as cultural and environmental conditions during cultivation.

Conclusion

In the study, it was determined that the presence of seed coat in bean genotypes with differentseed coat color had significant effects on germination and seedling traits. As a result of the correlation analysis, a statistically positive and significant relationship was determined between the other traits except germination trait. As a result of the study, among the bean genotypes with different seed coat color, the highest values were determinedin all traits examined except root length in the large white bean genotype (G2) with highhundred grain weight. It was revealed that the seed coat can inhibit germination and growth, and the traits examined were generally superior in those with the seed coat removed. In general, it can be said that vigor and seedling characteristics of light coloredseeds are better than dark coloured bean seeds. However, it should be kept in mind that notonly seed color but also seed size, genetic structure and many other factors are effective in the formation of these differences.

References

Abdullah, W. D., Powell, A. A., & Matthews, S. (1991). Association of differences in seed vigour in long bean (*Vigna sesquipedalis*) with testa color and imbibition damage. *The Journal of Agricultural Science*, *116*(2), 259-264.

Anuradha, R., Balamurugan, P., Srimathi, P., & Sumathi, S. (2009). Influence of seed coat color variations on seed quality in Bengalgram CV. CO 4 (*Cicer arietinum* L.). Legume Res, 32, 136-138.

Aparicio-Fernandez, X., Yousef, G. G., Loarca-Pina, G., De Mejia, E., & Lila, M. A. (2005). Characterization of polyphenolics in the seed coat of Black Jamapa bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agricultural and Food chemistry, 53(11), 4615-4622.

Atak, M., Kaya, M. D., Kaya, G., Kaya, M., & Khawar, K. M. (2008). Dark green coloredseeds increase the seed vigor and germination ability in dry green pea (Pisum sativum L.). Pakistan Journal of Botany, 40(6), 2345-2354.

Beninger, C. W., & Hosfield, G. L. (2003). Antioxidant activity of extracts, condensed tannin fractions, and pure flavonoids from Phaseolus vulgaris L. seed coat color genotypes. Journal of agricultural and Food chemistry, 51(27), 7879-7883.

Choung, M. G., Choi, B. R., An, Y. N., Chu, Y. H., & Cho, Y. S. (2003). Anthocyanin profile of Korean cultivated kidney bean (Phaseolus vulgaris L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51(24), 7040-7043.

Coste, F., Ney, B., & Crozat, Y. (2001). Seed development and seed physiological qualityof field grown beans (Phaseolus vulgaris L.). Seed science and technology, 29(1),121-136.

Coste, F., Raveneau, M. P., & Crozat, Y. (2005). Spectrophotometric pod color measurement: a non-destructive method for monitoring seed drying? The Journalof Agricultural Science, 143(2-3), 183-192.

Dana, W., & Ivo, W. (2008). Computer image analysis of seed shape and seed color for flax cultivar description. Computers and electronics in agriculture, 61(2), 126- 135.

Debeaujon, I., Léon-Kloosterziel, K. M., & Koornneef, M. (2000). Influence of the testaon seed dormancy, germination, and longevity in Arabidopsis. Plant physiology, 122(2), 403-414.

Demir, İ. (1995) The effects of seed moisture, shell color and strength on water uptake rate and germination in bean seeds. Journal of Central Research Institute of FieldCrops, 4(1), 11-15

Demircan, Ş. (2018). Development of high grain yielding dry bean lines. (Master's thesis).
Selçuk University Institute of Science and Technology, Konya.

Duran, J. M., & Retamal, N. (1989). Coat structure and regulation of dormancy in Sinapisarvensis L. seeds. Journal of Plant Physiology, 135(2), 218-222.

TurkStat, 2020. Turkish Statistical Institute. http://www.tuik.gov.tr/Start.doAccess:15.11.2022.

Fenner, M. (1992). Environmental influences on seed size and composition. Horticulturalreviews, 13, 183-213.

FAO, 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations FAOSTAT. Available at: http://www.fao.org/faostat/en/#data Accessed on 15.11.2022.

Granito, M., Paolini, M., & Pérez, S. (2008). Polyphenols and antioxidant capacity of Phaseolus vulgaris stored under extreme conditions and processed. LWT-Food Science and Technology, 41(6), 994-999.

Hacisalihoglu, G., & Settles, A. M. (2013). Natural variation in seed composition of 91 common bean genotypes and their possible association with seed coat color. Journal of plant nutrition, 36(5), 772-780.

Hou, F. F., & Thseng, F. S. (1991). Studies on the flooding tolerance of soybean seed: varietal differences. Euphytica, 57(2), 169-173.

Hu, J., Zhu, Z.Y., Song, W.J., Wang, J.C., Hu, W.M. 2005. Effects of sand priming on germination and field performance in direct-sown rice (Oryza sativa L.). Seed Sci.Technol. 33: 243-248

ISTA, (1996). Rules: International Seed Testing Rules: ISTA, Zurich, Switzerland Kahn, D. (1996). The Codebreakers: The comprehensive history of secret communication from ancient times to the internet. Simon and Schuster.

Kannenberg, L. W. (1964). An association between pigment and lignin formation in the seed coat of lima bean. Crop Sci., 4, 621-622.

Kantar, F., PILBEAM, C. J., & Hebblethwaite, P. D. (1996). Effect of tannin content of faba bean (Vicia faba) seed on seed vigor, germination and field emergence. Annals of Applied Biology, 128(1), 85-93.

Karaman, R., & Kaya, M. (2017). Effect of different chloride salts and doses on early growth characters in lentil (Lens esculanta Moench). Journal of Agricultural Sciences, 23(1), 10-21.

Khan, M., Cavers, P. B., Kane, M., & Thompson, K. (1997). Role of the pigmented seedcoat of proso millet (Panicum miliaceum L.) in imbibition, germination and seedpersistence. Seed Science Research, 7(1), 21-26.

Kwak, M., & Gepts, P. (2009). Structure of genetic diversity in the two major gene poolsof common bean (Phaseolus vulgaris L., Fabaceae). Theoretical and Applied Genetics, 118(5), 979-992.

Lin, L. Z., Harnly, J. M., Pastor-Corrales, M. S., & Luthria, D. L. (2008). The polyphenolic profiles of common bean (Phaseolus vulgaris L.). Food chemistry, 107(1), 399-410.

Marwanto, M. (2004). Soybean seed coat characteristics and its quality losses during incubator aging and storage. JIPI, 6(2), 57-65.

Mohamed-Yasseen, Y., Barringer, S. A., Splittstoesser, W. E., & Costanza, S. (1994).
The role of seed coats in seed viability. The Botanical Review, 60(4), 426-439.

Morris, J. I., Campbell, W. F., & Wiebe, H. H. (1968). A Refractometric Method for Testing Seed Coat Permeability 1. Agronomy Journal, 60(1), 79-80.

Ochuodho, J. O., & Modi, A. T. (2008). Dormancy of wild mustard (Sisymbrium capense)seeds is related to seed coat color. Seed Science and Technology, 36(1), 46-55.

Pekşen, A., Pekşen, E., & Bozoğlu, H. (2004). Relationships among some seed traits, laboratory germination and field emergence in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) genotypes. Pakistan Journal of Botany, 36(2), 311-320.

Possobom, M. T. D. F., Ribeiro, N. D., Zemolin, A. E. M., & Arns, F. D. (2015). Geneticcontrol of the seed coat color of Middle American and Andean bean seeds. Genetica, 143(1), 45-54.

Powell, A. A., Oliveira, M. D. A., & Matthews, S. (1986). Seed vigour in cultivars of dwarf French bean (*Phaseolus vulgaris*) in relation to the color of the testa. *The Journal of Agricultural Science*, *106*(2), 419-425.

Pôwell, A. A. (1989). The importance of genetically determined seed coat characteristicsto seed quality in grain legumes. Annals of Botany, 63(1), 169-175.

Siddiq, M., Ravi, R., Harte, J. B., & Dolan, K. D. (2010). Physical and functional characteristics of selected dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. LWT-Food Science and Technology, 43(2), 232-237.

Souza, F. H., & Marcos-Filho, J. (2001). The seed coat as a modulator of seed-environment relationships in Fabaceae. Brazilian Journal of Botany, 24, 365-375. Tiryaki, I., & Topu, M. (2014). A novel method to overcome coat-imposed seeddormancy in Lupinus albus L. and Trifolium pratense L. Journal of Botany, 2014.

Tong, R., Liu, X., Mu, B., Wang, J., Liu, M., Zhou, Y., Qi, B., Li, Y. and Mu, C. (2021). Impact of Seed Maturation and Drought on Seed Germination and Early SeedlingGrowth in White Clover (*Trifolium repens* L.). Legume Research. 44(6): 736-740.DOI: 10.18805/LR-555.

Torada, A., & Amano, Y. (2002). Effect of seed coat color on seed dormancy in differentenvironments. Euphytica, 126(1), 99-105.

Zhang, X. K., Chen, J., Chen, L., Wang, H. Z., & Li, J. N. (2008). Imbibition behavior and flooding tolerance of rapeseed seed (*Brassica napus* L.) with different testa color. Genetic Resources and Crop Evolution, 55(8), 1175-1184.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Aplit petrojenezi üzerinde metamorfik basınç faktörünün etkisi

Ayşe Didem Kılıç[1*] (*https://*orcid.org/0000-0003-3743-8631) Mustafa Güler[2] (*https*://orcid.org/0000-0002-9410-7030)

[*1]Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Bölümü, Elazığ, Türkiye
[2]Fırat Üniversite, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:adkilic@firat.edu.tr

Özet
Bu çalışma, Bitlis masifi aplit dayklarının mineralojik, yapısal ve jeokimyasal özelliklerinin oluşum koşullarından ne derece etkilendiğini tespit etmek amacıyla hazırlanmıştır. Granit/granodiyorit kökenli aplitlerin mineralojik bileşimi magnezyum hornblend, plajiyoklaz, alkali feldispat, kuvars ve biyotit'dir. Jeokimyasal diyagramlar, toleyitik ve kalkalkalen bileşimi işareteder. Aplit daykları, bölümsel ergime sonrasında gelişen fraksiyonel kristallenmeye uğramış üst kıtasal kabuğun ürünleri olduğunu göstermektedir. Elde edilen tüm veriler, masife ait kayaçların petrolojik gelişiminde metamorfizma ve bölge jeodinamiğinin önemli olduğunu rol oynadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fraksiyonel kristaleşme, parajenez, masif, metamorfizma

Metamorphism pressure factor evidence on aplite petrogenesis

Abstract
This study was prepared to determine to what extent mineralogical, structural and geochemical properties of aplite dykes of the Bitlis massif are affected by the formation conditions. Mineralogical composition of granite/granodiorite-origin aplites are magnesium hornblende, plagioclase, alkali feldspar, quartz and biotite. Geochemical diagrams indicate the tholeiitic and calc-alkaline composition. Aplit dykes show that they are products of upper continental crust which underwent fractional crystallization after partial melting. All the data obtained show that metamorphism and geodynamics of region play an important role in petrological development of rocks of the massif.

Keywords: Fractional crystallization, paragenesis, massive, metamorphism

GİRİŞ

Bitlis Masifi bölgesel metamorfizma sonucu oluşmuş geniş yayılım alanı ve kayaç çeşitliliğine sahip bir masiftir (Şengün, 1993; Tolluoğlu, 1981; Genç, 1990; Susam, 2018). Alt ve Üst Birlik kayaçlarından oluşan bu masifin Alt Birlik kayaçlarını amfibolit, paragnays/şist, eklojit ve bunları kesen granit ve holo-lökokratik granitik kayaçlar, Üst Birlik kayaçlarını ise meta-pelitler ve meta-karbonatlar oluşturur. Metamorfizmaya nap ağırlığından kaynaklanan yüksek basınç önemli mineral reaksiyonlarının gelişmesine ve mineral oluşumlarına sebep olmuştur (Oberhansli ve ark., 2012). Glokofan, disten gibi minerallerin varlığı bunun delilidir.

Çalışma alanı içerisinde yeralan Bitlis masifine ait Yolcular grubu amfibolit, biyotit-muskovit gnays, mikaşistler, gözlü gnays, biyotitli meta-granit, kuvarso-feldispatik gnays ve melapegmatit gibi Gondwana temel kayaçlarını kapsar (Oyan ve Tolluoğlu, 2005). Kaledoniyen metamorfizması hem Yastıktaş gözlü ganysını hemde Doğruyol gnaysı ve Karakuş amfibolitini etkilemiştir. Van Gölü'nün güneydoğusunda ve Bitlis iline bağlı Hizan ilçesinin güneyini kapsayan inceleme alanında, Yolcular grubunun Yastıktaş gözlü gnaysı ve Karakuş amfiboliti yeralır. Migmatitleşmenin masif içerisinde önemli bir yeri vardır. Masifin yerleşimi sırasında geliştiği ifade edilen migmatitleşme (Kılıç ve Ateş, 2014;Kılıç ve Kaya, 2018), ayrı bir çalışma konusudur. Bu çalışmada Kaledoniyen orojenezi sırasında gelişen nap ağırlığının sebep olduğu metamorfizma ve bunu en iyi yansıtan pegmatoid damar kayaçlarının petrografisi ve petrolojisi incelenecektir.

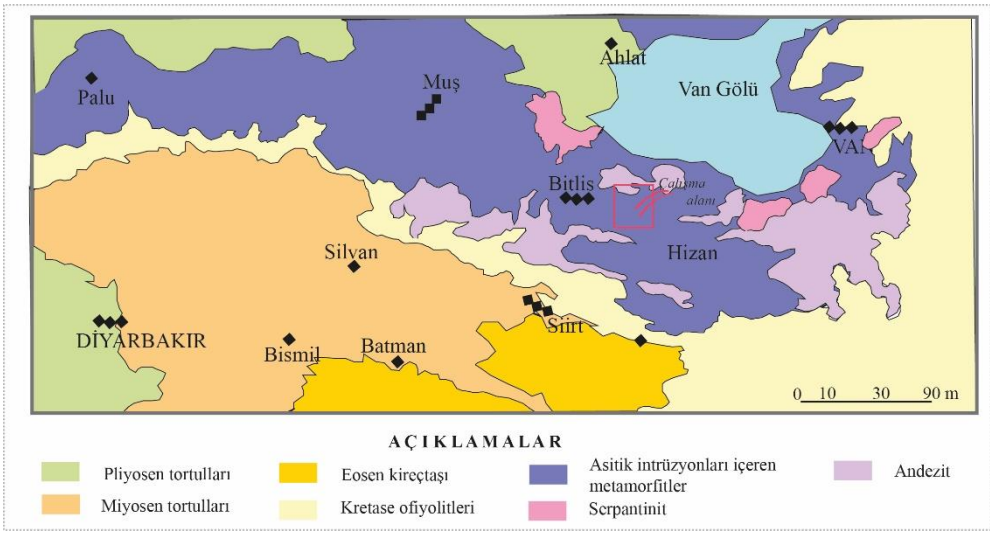
MATERYAL VE METOD

Çalışma arazi ön incelemeleri ile seçilen örneklerin mikroskop çalışmalarını ve kimyasal analizlerini kapsamaktadır. İnce kesitlerin hazırlanması ve örneklerin mikroskop incelemeleri Fırat Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölüm laboratuvarlarında yaklaşık 150-200 örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analizler ise 20 örnekte LA-ICP-MS analiz metodu uygulanarak "Acme Analitik Laboratuvarı"nda yapılmıştır. Petrografik adlama ve kimyasal analiz sonuçları hazır paket programlarında (Grapher 9, Microsoft Office Excel 2010) değerlendirilerek makale amacına uygun formatta hazırlanmıştır.

BULGULAR

Stratigrafik olarak birden çok karmaşığın bir seri içerisinde ilksel ilişkileri korunmuş ve devamlılık gösteren seriler (magmatik, metamorfik) halinde bulunması ile oluşan birkaç kilometre genişliğe sahip birimlere masif adı verilir. Masif orojenek kuşak içerisinde topografik ve yapısal olarak diğer kayaçlara nazaran daha yüksek bir topografya sunan farklı kökenli kayaç topluluğudur. Istranca masifi, Uludağ, Menderes, Kazdağ, Sultandağ, Ilgaz, Tokat, Anamur, Akdağmadeni, Kırşehir, Niğde, Malatya ve Bitlis masife örnek olarak verilebilir. Yüksek dereceli metamorfizma (Ilgaz masifi), orta dereceli metamorfizma (Pütürge-Bitlis masifi), düşük ve çok düşük dereceli metamorfizma gibi, kayaç çeşitliliği ve farklı metamorfizma dereceleri gösterebilirler. Farklı metamorfizma derecelerine en iyi örneklerden biri Bitlis masifidir. Bitlis masifi yüksek dereceli metamorfizmayı işaret eden gnays, migmatit, amfibolitler iç/çekirdek bölümünü oluşturur. Düşük dereceli metamorfizma ürünü şist, mermer, fillit gibi kayaçlar ise örtü/kılıf bölümünde bulunmaktadır.

Yaklaşık 1-1.2 km^2'lik bir alanda amfibolit kütleleri içerisinde metamorfizmadan oldukça etkilenmiş paragnayslar ve asitik magmatikler bulunur (Şekil 1). Koyu yeşil ve yeşilimsi mavi renge sahip masif yoğun şistozite yapısı kazanmış amfibolşistler ile devam etmektedir. Almandin amfibolit fasiyesini karakterize eden, granatlı amfibolitlerin bir diğer özelliği biyotit mineralenin varlığıdır (Şekil 2).

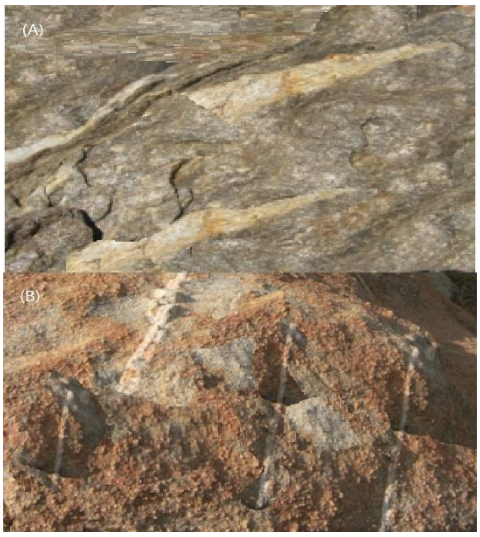


Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru ve jeoloji haritası



Şekil 2. Yolcular grubuna ait kayaç örnekleri

Pegmatoid damarlarından aplitler, masifin çekirdek bölümünde baskındır. Ancak, örtü birimlerinide çalışma alanının bazı kesimlerinde kesmiş olduğu görülmüştür. Basınç etkisiyle aplit damarları mercek, göz ve budin yapısı şeklinde izlenmektedir. Budin yapıları birkaç santimetreden bir metreye kadar değişen boyutlarda izlenmekteir. Aplit daykları, metamorfizma etkisiyle yaygın olarak mercekler şeklinde gnayslar içerisinde bulunmaktadır. Aplit sil ve mercekleri alterasyon etkisiyle kırmızımsı bir görünüm sergilemektedir. (Şekil 3).

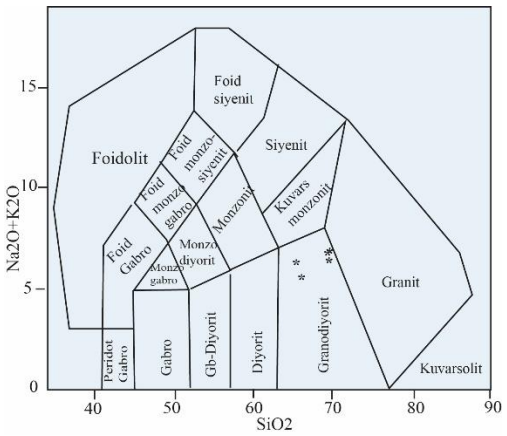


Şekil 3. Aplit sil ve mercekleri

Aplitlerin ana mineral parajenezi; Kuvars (%50-55), plajiyoklaz (%5-10), ortoklaz (%30-35), biyotit (%0-5) ve sfen'dir. Aplitik (mozaik) dokuya sahiptirler. Holokristalin bir hamura içinde plajiyoklaz ve kuvars fenokristalleri izlenir. Feldispatlar içinde ortoklazların plajiyoklazlara oranla daha baskındır. Küçük taneli ve özşekilsiz olan kuvars kristalleri çoğunlukla hamurda, daha az fenokristal olarak kristal şeklinde, dinamik metamorfizma etkisi ile dalgalı sönme özelliği sergilerler. İkincil olarak epidot ve klorit kristalleri izlenir.

Bitlis metamorfiti içerisinde bulunan Yolcular metamorfitine ait aplit sil ve damarlarından alınan 6 adet örneğin analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Yapılan analizlerde, SiO_2 miktarı %69.55-%73.72, Al_2O_3 %14.07-16.30, TiO_2 %0.33-0.53, FeO 0.29-0.73, MnO %0.01-0.11, MgO %0.38-0.80, CaO %0.15-0.82 arasında değiştiği belirlenmiştir. Yüksek SiO_2 değeri aplitin kökeniyle uyumludur. Jeokimyasal analiz verilerinin değerlendirilirmesinde bazı elementlerin hareketliliği sebebiyle, alterasyon ve metamorfizma süreçlerinde hareketsiz olan kalıcılığı yüksek elementler kullanılmasına çalışılmıştır (Jenner, 1996; Pearce, 1996;Kılıç ve Kaya, 2014). Silika eriyiklerinin vizkozitesi SiO_2 içeriği (yüksek SiO_2 içeriği yüksek vizkozitedir), çözünmüş uçucuların miktarı ve türü (yüksek H_2O içeriği ise düşük vizkozitedir) tarafından ve

ilave olarak sıcaklık ile kristal şekli viskoziteyi kontrol eden diğer faktörlerdir. CO_2'in aşırı fraksiyonu ise eriyiğin vizkozitesini artırmaktadır (Pikerton and Stevenson, 1992). Granitik magma vizkozitesi soğuma sırasında kristalleşmeyle artma eğilimine sahipken, magma vizkozitesi sulu granitik magmaların kristalleşmesi sırasında, H_2O içeriğinin ergiyikte çoğalmasına bağlı olarak azalacaktır. Jeokimyasal analiz verileri, aplitik kayaçların bileşimini belirlemek amacıyla SiO_2'ye karşı Na_2O+K_2O diyagramları hazırlanmıştır (Michard, 1989) (Şekil 4). Bu diyagramlarda, aplit dayklarının granit, granodiyorit bileşiminde olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar petrografik verilerle uyumludur.



Şekil 4. İnceleme alanındaki magmatik kayaçların diyagramındaki konumu (Michard, 1989)

Jeokimyasal veriler kıtasal kabuk kısmi ergimeye uğrayan ana kaynak olduğunu göstermektedir. Aplit magmasının evriminde fraksiyonel kristallenmenin önemli rol oynadığı yüksek Rb/Sr ile LaN/YbN ve düşük K/Rb, Sm/Nd, Sr/Ba oranlarından izlenebilmektedir. Bu element oranları bölümsel ergime sonrasında gelişen fraksiyonel kristallenmeye uğramış üst kıtasal kabuğu işaret etmektedir.

TARTIŞMA

Bitlis masifi içerisinde yeralan aplit dayklarının mineral bileşimleri, makroskobik yapısı ve değişimleri değerlendirilerek masifinin yerleşimi incelenmiştir. Fraksiyonel kristallenme ve ağırlık basıncı aplitlerin oluşumunda etkendir. Mineralojik ve jeokimyasal veriler arazi verileriyle uyumludur.

SONUÇ

Yolcular Metamorfiti' ni kesen aplit daykları magmatik faaliyetlere ve tektonik etkilere bağlı olarak kataklazma, migmatitleşme ve retrograd metamorfizma gelişmiştir. Aplit örnekleri alkali feldispat, plajiyoklaz, biyotit, kuvars ve hornblend minerallerinden oluşmuştur. Petrografik ve jeokimyasal analiz verileri granit-granodiyorit bileşiminde olduğunu işaret etmektedir. Bu kayaçlar magmatik diferansiyasyonla aplitin oluşmasına neen olmuşlardır. Major oksitlerdeki değişim kalkalkalen özellikli granitik magmadaki fraksiyonel kristallenmeye bağlanmıştır. Aplit örneklerinden hazırlanan ince kesitlerinde asimetrik yapıdaki porfiloblastlar ve feldispat alterasyonunun geliştiği belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma FÜBAP MF.22.07 projesi kapsamında hazırlanmıştır. FÜBAP birimine sağlamış olduğu mali destek ve katkılardan dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Çakmak B, Kılıç AD 2021. Bitlis ignimbiritinin petrografik ve jeokimyasal özellikleri. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11, 4, 1093 – 1102.https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.920804

Genç S 1990. Bitlis masifi, Çökekyazı-Gökay (Hizan, Bitlis) yöresi metamorfitlerinin petrografisi, metamorfizması ve kökeni. Türkiye Jeoloji Bülteni, 33: 1-14.

Kılıç AD, Ateş C 2014. Metamict zircon and Structural Characters: Pütürge Metamorphite Example. Turkish Journal of Science & Technology, 9 (2):127-133.

Kılıç AD, Kaya H 2018. Pütürge Metamorfitlerindeki Amfibolit Fasiyesi Granatların Mineralojisi ve Sm-Nd İzotop Jeokimyası, Erzincan University Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Journal of Science and Technology. 11 (3): 499 – 508. https://doi.org/10.18185/erzifbed.411764

Kılıç AD, Karaca T 2021. Fay Kayası Mineralojisinde Deformasyonun Rolü, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi. 27 , 942-949.

Michard A 1989. Rare earth element systematics in hydrothermal fluids. Geochim. Cosmochim. Acta, 53:745–750.

Müller A, Romer RL, Pedersen RB 2017. The Sveconorwegian Pegmatite Province-Thousands of Pegmatites without Parental Granites. Can. Mineral., 55, 283–315.

Oyan V, Tolluoğlu AÜ 2005. Bitlis Masifi'nde (Yolcular Metamorfiti) Na-feldispat bakımından zengin lökogranitik kayaçlar: Feldispat kaynağı olarak bir potansiyel. Yerbilimleri, 26 (3): 1-11.

Pinkerton H, Stevenson RJ 1992. Methods of determining the rheological properties of magmas at sub-liquidus temperatures. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 53:1-4, 47-66. https://doi.org/10.1016/0377-0273(92)90073-M

Susam CC 2018. Budaklı-Bölükyazı (Hizan-Bitlis) arasındaki metamorfitlerin petrolojisi ve jeokimyasal özellikleri /The petrology and geochemichal characteristics of metamorphites in between Budakli-Bolukyazi (Hizan-Bitlis), F.Ü. Fenbilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 78s.

Spry A 1969. Metamorphic Textures. Pergamon, London.

Şengör AMC, Yılmaz Y 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics, 75: 181-241.

Şengün M 1993. Bitlis masifinin metamorfizması ve örtü çekirdek iliskisi. MTA Dergisi, 115: 1-13.

Tolluoğlu A Ü 1981. Mutki (Bitlis) yöresi metamorfiklerinin petrografisi/petrolojisi. Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara (yayımlanmamış)

White SH, Burrows SE, Carreras J, Shaw ND, Humphreys FJ 1980. On mylonites in ductile shear zones. Journal of Struct. Geol., 2, 175-188.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Bankacılık sektöründe derin öğrenme yöntemleri ile müşteri kayıp analizi

Büşra Yavuz

İstanbul Okan Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi,
Bilgisayar Mühendisliği, İstanbul, Türkiye

busryavuz@stu.okan.edu.tr

Özet

Bankacılık sektöründe her geçen gün rekabet ortamının artması sebebiyle bankaların yeni müşteri ediniminin yanı sıra var olan mevcut müşterini elde tutmaları için çeşitli yöntemlerle müşteri kayıp analizi yapmaları kaçınılmaz hale gelmiştir. Yapılan çalışmalar bankaların yeni müşteri edinim maliyetlerinin mevcut müşteri bağlılığını sağlamaktan çok daha maliyetli olduğunu göstermektedir. Bu durum bankaların müşteri kayıp analizi yapmalarının, mevcut müşteri bağlılıklarını arttımak için verecekleri stratejik kararlarda, yapacakları planlamalarda ve geliştirecekleri fırsat ve kampanyalarda büyük öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Gelişen teknoloji ile veri madenciliği ve yapay zeka yöntemleri hemen her alanda kullanıldığı gibi bankacılık sektöründe de oldukça etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Bu çalışma, derin öğrenme yöntemleri ile Naive Bayes (NB), Destek Vektör Analizi (DVM), Lojistik Regresyon (LR) gibi farklı veri madenciliği sınıflandırma yöntemlerinden oluşan farklı analizlerden oluşmaktadır. Yapılan analizlerde açık erişime sahip kaggle.com web sitesinden alınan, 10000 banka müşteri kaydından oluşan bir veri seti kullanılmıştır. Veri seti her bir banka müşterisine ait bankacılık ve profil bilgileri ile müşterilerin bankadan ayrılma durumunu gösteren sınıf bilgisinden oluşmaktadır.

Veri seti ile yapılan müşteri kayıp analizleri sonucunda, ortalama %80 başarı oranıyla derin öğrenme yöntemlerinin diğer yöntemlere göre daha başarılı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Bankacılık, Derin Öğrenme, Müşteri Kaybı, Yapay Zeka

Customer churn analysis with deep learning methods in the banking sector

Abstract

Due to the increasing competitive environment in the banking sector, it has become inevitable for banks to conduct customer churn analysis with various methods in order to retain their existing customers as well as to acquire new customers. Studies show that new customer acquisition costs of banks are much more costly than maintaining existing customer loyalty. This situation reveals that banks' customer loss analysis is of great importance in their strategic decisions, plans and opportunities and campaigns they will develop in order to increase their existing customer loyalty. With the developing technology, data mining and artificial intelligence methods are used in almost every field, as well as in the banking sector, they have started to be used very effectively.

This study consists of different analyzes consisting of deep learning methods and different data mining classification methods such as Naive Bayes (NB), Support Vector Analysis (DVM), Logistic Regression (LR). In the analysis, a data set consisting of 10000 bank customer records taken from the open access website kaggle.com was used. The data set consists of banking and profile information of each bank customer and the class information that shows the status of customers leaving the bank.

As a result of customer churn analysis with the data set, it has been seen that deep learning methods are more successful than other methods with an average success rate of 80%.

Keywords : Banking, Deep Learning, Customer Churn, Artificial Intelligence

GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile birlikte bankacılık sektöründe müşteriyi elde tutma banka kârı açısından olağanüstü bir etkiye sahip olmuştur. Günümüzde bu etki rekabet avantajı faktörleri arasında sayılabilecek pazar payı, ölçek, birim maliyet faktörlerinin neden olduğu etkiyi aşmıştır (Zhao Jing ve Xing-Hua Dang,2008). Her geçen gün

değişen müşteri ihtiyaç ve talepleri doğrultusunda bir banka için yeni müşteri edinimi, mevcut müşterisini elde tutmaktan çok daha maliyetli olmaktadır (Sümeyye Aydın,2021). Bu nedenle kayıp oranını azatabilmek için yapılan tahminler çerçevesinde müşteriler sınıflandırılarak farklı pazarlama stratejileri uygulanabilir (Zhao Jing ve Xing-Hua Dang,2008). Bankacılık veritabanlarında sürekli artan çok büyük kapasitedeki ham veri miktarı kurumlara tek başına bilgi sağlamamaktadır. Veri madenciliği teknikleri, iş karar süreçlerinin iyileştirmek ve doğru analizler yapabilmek adına verilerdeki kalıpları ve ilişkileri keşfetmek için kullanılmaktadır (Alisa Bilal Zoric, 2016). Bu çalışmanın amacı, geleneksel makine öğrenmesi yöntemlerinin ve derin öğrenme yöntemlerinin kullanılarak bankadaki müşteri kaybının tahmin edilmesi ve buna göre en uygun yöntem ve modelin belirlenmesidir. Bu sayede bankalar müşteri kaybı öncesi kayıp oranı yüksek müşteri grupları için farklı stratejik çalışmalar yürütebilir.

Literatür Özeti

Müşteri kaybı tahminleme analizleri ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar arasında daha çok telekom ve bankacılık sektörleri ön plana çıkmaktadır.

Jing ve Dang, ticari bir bankanın VIP müşterileri için müşteri kayıp tahmini çalışması yürütmüştür. Çalışmalarında yapay sinir ağları, destek vektör makine, karar ağacı, lojistik regresyon ve Naive Bayes sınıflandırma yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışma sonrasında yapmış oldukları karşılaştırmalarda müşteri kaybını tahmin etmek için en iyi modelin %59 başarı oranıyla destek vektör makinesi modeli olduğunu ortaya koymuşlardır aşmıştır (Zhao Jing ve Xing-Hua Dang,2008).

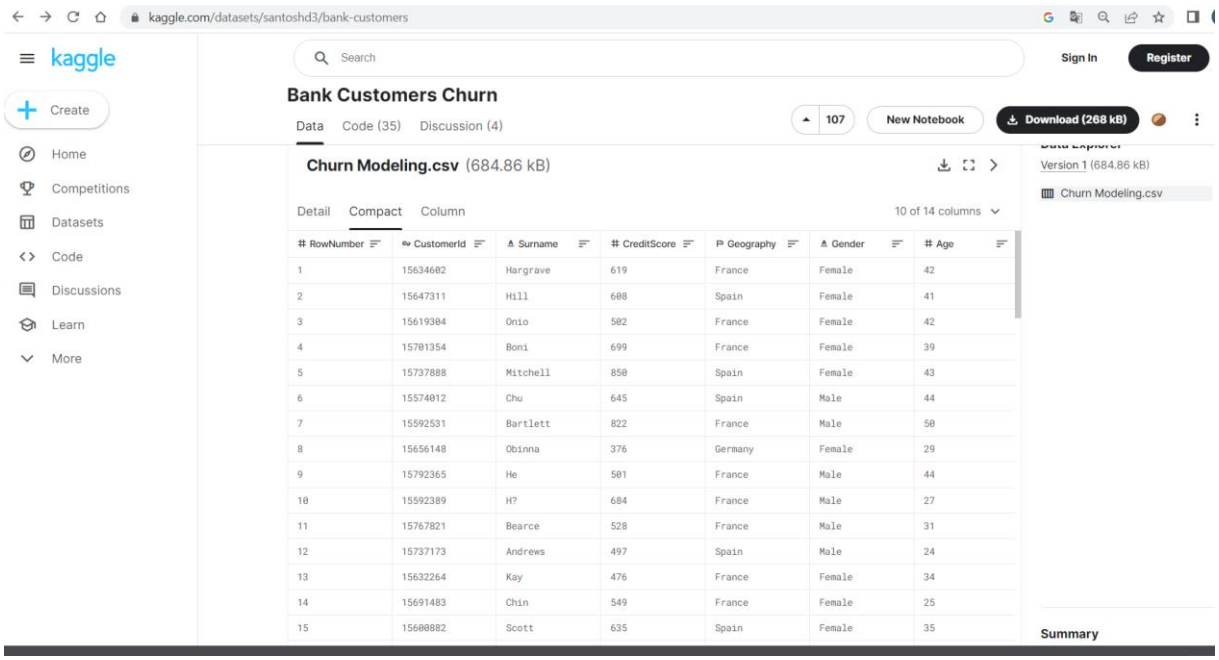
Nie ve diğerleri, bir Çin bankasından alınan gerçek müşteri kredi kartı bilgilerini kullanarak bir müşteri kayıp tahminleme modeli oluşturmak için iki farklı veri madenciliği algoritmasını kullanmışlardır. Kullanılan algortimalar lojistik regresyon ve karar ağacı algortimalarını içermektedir. Çalışmada müşteri bilgileri, kart bilgileri, işlem faaliyetleri ve risk bilgilerinden oluşan 4 değişkenin katkısı incelenmiştir. Test sonuçlarında lojistik regresyon modelinin karar ağacından daha iyi performansa sahip olduğunu göstermiştir (Guangli Nie ve ark.,2011).

Xie ve diğerleri, gerçek bir banka müşteri verisi üzerinde veri madenciliği yöntemlerinden dengeli rastgele orman algoritmasını kullanarak en iyi müşteri kayıp tahmini yapmayı planlamışlardır. Çalışmada dengeli rastgele orman algoritması sonuçlarını, yapay sinir ağları, karar ağaçları ve destek vektör makineleri algoritmaları ile karşılaştırarak , test sonuçlarında en iyi tahmin modelinin rastgele orman algoritmasına ait olduğunu göstermişlerdir (Yaya Xie ve ark.,2009).

METARYAL VE METHOD

Veri Kaynağı

Veri seti, sunmuş olduğu veri setleri ile veri madenciliği, yapay zeka, veri analizi, istatistik gibi bilimsel çalışmaların yapılmasını sağlayan bir oluşum olan Kaggle.com sitesinden alınmıştır. Veri seti müşteri bilgileri ve müşteri kayıp durumunu gösteren 14 farklı değişkenin bulunduğu 10000 müşteri kaydından oluşmaktadır. Resim 1. Veri setinin bulunduğu ilgili web sitesi gösterilmiştir.

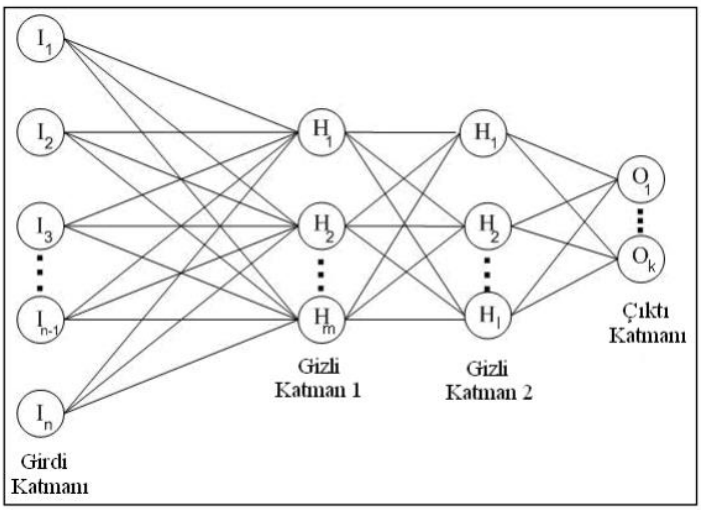


Resim 1. Kaggle.com veri kaynağı

Derin Öğrenme

Derin öğrenme, insan beyni yapısına dayanan ve yapay sinir ağları olarak adlandırılan makine öğrenme algoritmalarının bir alt kümesidir (Sanket Agrawal ve ark.,2018). Yapay sinir ağını kullanarak bilgiyi öğrenmede insan beyninin yapısını simüle eder (Anouar Dalli,2022). Sistemlerin örneklerle eğitilmesine olanak sağlar ve insanların bu örnekler karşısında nasıl davranacağını öğretir. Derin öğrenmede sistem, sınıflandırma görevlerini doğrudan görüntü, metin, ses veya videolardan gerçekleştirmeyi öğrenir. Modeller, çok sayıda etiketli veri kümesi üzerinde birçok katman içeren sinir ağı mimarileri kullanılarak eğitilir (Sanket Agrawal ve ark.,2018). Her ardışık katman, önceki katmandaki çıktıyı girdi olarak alır (Abdulkadir Şeker ve ark.,2017). "Derin" terimi, sinir ağındaki gizli katmanların büyüklüğünü ifade eder (Sanket Agrawal ve ark.,2018). Şekil 1. de genel hatlarıyla derin öğrenme mimarisi gösterilmiştir.

Derin öğrenme, özellik çıkarma ve dönüştürme için çok katmanlı doğrusal olmayan işlem birimlerini kullanır. Veri girişine yakın alt katmanlar basit özellikleri öğrenirken, üst katmanlar alt katman özelliklerinden türetilen daha karmaşık özellikleri öğrenir. Mimari, hiyerarşik ve güçlü bir özellik temsili oluşturur. Bu, derin öğrenmenin hem büyük miktardaki verilerden hem de farklı kaynaklardan toplanan verilerden yararlı bilgileri analiz etmek ve çıkarmak için uygun olduğu anlamına gelir (Pramila P. Shinde ve ark.,2018).



Şekil 1. Derin öğrenme mimarisi

Farklı görevler için geliştirilmiş birkaç derin öğrenme tekniği bulunmaktadır.

Derin Sinir Ağları (Deep Neural Network –DNN) genel olarak birkaç gizli katmana sahip herhangi bir sinir ağını ifade etmektedir. Tipik olarak, verilerin giriş katmanından çıkış katmanına geriye gitmeden aktığı ve katmanlar arasındaki bağlantıların ileri yönde tek yönlü olduğu ve hiçbir zaman bir düğüme dokunmadığı bir yapay sinir ağıdır (Sprh Labs, 2019).
Konvolüsyonel Sinir Ağları (Convolution Neural Network-CNN) çok katmanlı algılayıcıların (Multi Layer Perceptron-MLP) bir türüdür (Abdulkadir Şeker ve ark.,2017). LeNet mimarisi ilk olarak LeCunet arkadaşları tarafından tanıtılmıştır (Pramila P. Shinde ve ark.,2018). İlk olarak hayvanların görme mekanizmasından yola çıkılarak oluşturulmuştur. CNN algoritmalarının yaygın uygulama alanları olarak ses ve görüntü işleme, belge tarama ve doğal dil işleme sayılabilir (Abdulkadir Şeker ve ark.,2017).
Tekrarlayan Sinir Ağları (The Recurrent Neural Networks-RNN), bozuk bir sürümden saklanan bir kalıbı kurtarmak için kullanışlıdır ve Boltzmann makinelerinin ve otomatik kodlayıcıların öncülleridir (Pramila P. Shinde ve ark.,2018). İlk olarak Basit Tekrarlayan Ağ (Simple Recurrent Network-SRN), Jeff Elman tarafından tasarlanmıştır. RNN mimarilerinde önceki bilgi kullanımına dayalı bir yaklaşım vardır (Abdulkadir Şeker ve ark.,2017).
Uzun Kısa Vadeli Hafıza Ağları (Long Short-Term Memory -LSTM), ilk olarak 1997 yılında Hochreiter ve Schmidhuber tarafından sunulmuştur (Pramila P. Shinde ve ark.,2018). Konuşma ve metin işleme alanlarında oldukça iyi sonuçlar elde edilmektedir (Abdulkadir Şeker ve ark.,2017).
Sınırlı Boltzmann makineleri (Restricted Boltzmann Machines-RBM), girdi kümesi üzerinden bir olasılık dağılımı öğrenebilen, üretken bir yapay sinir ağı uygulamasıdır. 2000 yılının ortalarında Geoffrey Hinton ve arkadaşları tarafından hızlı öğrenme algoritmaları geliştirdikten sonra popüler olmuştur (Pramila P. Shinde ve ark.,2018).
Derin İnanç Ağları (Deep Belief Networks- DBN), Geoffrey Hinton tarafından tanıtılmıştır. Sınıflandırma ve denetimsiz öğrenme için kümeleme yeteneğine sahiptir. Yaygın olarak görüntü tarama ve üretme uygulamalarında kullanılmaktadır (Abdulkadir Şeker ve ark.,2017).

Derin öğrenmede yaygın olarak kullanılan çeşitli kavramlar bulunmaktadır.

Aktivasyon Fonksiyonları, bir yapay sinir ağında girdiler ve buna karşılık gelen çıktılar arasındaki doğrusal olmayan ve karmaşık eşleşmelerin öğrenilmesini ve anlamlandırılmasına yardımcı olmaktadır. Aktivasyon foknsiyonları, bir giriş sinyalini sırayla yığındaki bir sonraki katmana girdi olarak beslenen bir çıkış sinyaline dönüştürmek için kullanılmaktadır (Pramila P. Shinde ve ark.,2018).
Kayıp Fonksiyonları, bir yapay sinir ağı modelinde eğitim örneklerinde oluşturulan tahmini hatayı hesaplamak için en son katman olan çıktı katmanında kullanılmaktadır. Bu hata, gerçek çıktı ile tahmin edilen çıktı arasındaki farkı ortaya koymaktadır. Ölçülen değer ile modelin tahmin edilen değere ne kadar yaklaştığı sonucu elde edilmektedir (Laith Alzubaidi ve ark., 2021)
Epoch (döngü) Sayısı, bir yapay sinir ağı modelinde eğitim verilerinin ağa gösterilme sayısdını ifade eden bir hiper parametredir (Jason Brownlee,2018)

Makine Öğrenmesi Yöntemleri

Lojistik Regresyon (LR), birkaç bağımsız öznitelik ile bağımlı öznitelikler arasındaki ilişkiyi ve ayrımı gösteren, geliştirilmiş bir denetimli sınıflandırma ve genelleştirilmiş doğrusal regresyon modelidir (Fatemeh Ehsani,2022)
K-En Yakın Komşu (KNN) Öğrenme Algoritması, regresyon ve sınıflandırma gibi denetimli öğrenme uygulamalarında kullanılır. Bu algoritma ile bir olayın sınıf etiketine, eğitim kümesindeki olayın komşularına ne kadar benzer olduğuna karar verilir (Anouar Dalli,2022).
Karar Ağacı Modeli (KA), sınıflandırma için kullanılan bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Diğer algoritmalar arasında hem basit kullanımı, anlaşılabilir olması hemde nitel ve nicel veriler ile çalışılabildiği için veri setindeki verileri sınıflandırmak için makine öğrenmesi çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bir modeldir (Sümeyye Aydın,2021).
Destek Vektör Makineleri (DVM), sınıflandırma problemlerinde yaygın olarak kullanılan bir modeldir. Modelin yüksek oranda doğru sonuç vermesi tercih edilmesinde ön plana çıkmaktadır. Model, doğrusal ve

doğrusal olmayan verilerin modellenebilmesini ve birbirinden bağımsız bir çok değişkene sahip büyük verilerle çalışılabilmesini sağlamaktadır (Ayşegül Kaba,2019).
Naive Bayes (NB) sınıflandırıcısı, Bayes teoremini güçlü bağımsızlık varsayımlarıyla uygulamaya dayanan basit bir olasılıksal sınıflandırıcıdır. Basit bir ifadeyle, bir Naive Bayes (NB) sınıflandırıcısı, bir sınıfın belirli bir özelliğinin varlığının (veya yokluğunun), başka herhangi bir özelliğin varlığı (veya yokluğu) ile ilgili olmadığını varsayar (Thanasis Vafeiadis ve ark.,2015).
Rastgele Orman Algoritması (ROA), büyük veri setlerinde sınıflandırma ve tahminleme uygulamalarında kullanılan denetimli bir makine öğrenmesi algoritmasıdır. Bu modelde rastgele oluşturulan çok sayıda karar ağaçları probleme göre sınıf veya sayı tahmini yapmaktadır (Sümeyye Aydın,2021).

Veri Analizi

Bu çalışmada kullanılan veri seti kaggle.com sitesinden alınmıştır. Veri seti bir bankanın 10000 tekil müşterisinin 14 farklı özelliğinden oluşmaktadır. “Row Number” veri setinin ilk sütunu olup, veri setindeki her bir kayda bir numara tahsis etmektedir. “Customer Id”, müşteri kayıtlarında tekrarları önlemek için her müşteriye benzersiz bir kimlik değeri atamaktadır. “Surname” değişkeni ise her bir müşterinin banka kayıtlarında bulunan soyadını temsil etmektedir. Bahsedilen bu üç değişken sadece müşteri tanımlama için kullanılmakta olup, müşterilerin bankadan ayrılma kararlarını etkilemediğinden dolayı veri setinden kaldırılmıştır. Tablo 1. Sınıflandırma için kullanılan değişkenler ile ilgili özellikleri göstermektedir.

Tablo 1. Veri seti değişken özellikleri

Değişken	Veri Tipi	Veri Tanımı	Min. Değer	Max. Değer	Ortalama Değer	Standart Sapma
CustomerId	Nominal	Müşteri Kimlik Numarası				
Surname	Metin					
Credit Score	Interval	Müşteri Kredi Skoru	350	850	650.53	96.65
Geography	Nominal	France, Germany, Spain				
Gender	Nominal	Famele, Male				
Age	Ratio		18	92	38.92	10.49
Tenure	Interval	Mevduat Süresi	0	10	5.01	2.89
Balance	Ratio		0	250898.1	76485.89	62397.41
NumOfProducts	Interval	Müşterinin hesabına bağlı ürün sayısı	1	4	1.53	0.58
HasCrCard	Binary	Müşterinin kredi kartı sahiplik durumu (Yes=1 , No=0)	0	1	0.71	0.46
IsActiveMember	Binary	Müşteri aktiflik durumu (Yes=1, No=0)	0	1	0.51	0.50
Estimated Salary	Ratio	Müşterinin tahmini maaş bilgisi	11.58	199992.5	100090.2	57510.49
Exited	Binary	Müşterinin son 6 ayda bankadan ayrılma durumu (Yes=1, No=0)	0	1	0.2	0.40

BULGULAR VE TARTIŞMA

Banka müşteri kaybının tahminlemesinin yapılabilmesi için veri setindeki 11 değişken kullanılmıştır. Sınıflandırma çalışmaları için veri setine DNN modeli uygulanmıştır.

Çalışma için Google Colaboraty yazılımı ve Phtyon yazılım dili kullanılmıştır. Modelin performansı, modele Grid Search tekniği uygulanarak ayarlanan hiper parametrelerden etkilenmiştir.
Epoch sayısı 10 ile 100 değeri arasında, parti boyutu ise 10 ile 100 arasında artan adımlarla yürütülmüştür.

```
Best: 0.859000 using {'batch_size': 40, 'epochs': 100}
0.853399 (0.008256) with: {'batch_size': 10, 'epochs': 10}
0.858599 (0.003978) with: {'batch_size': 10, 'epochs': 50}
0.854899 (0.004335) with: {'batch_size': 10, 'epochs': 100}
0.849300 (0.004191) with: {'batch_size': 20, 'epochs': 10}
0.858599 (0.005217) with: {'batch_size': 20, 'epochs': 50}
0.858000 (0.003858) with: {'batch_size': 20, 'epochs': 100}
0.838800 (0.004873) with: {'batch_size': 40, 'epochs': 10}
0.857000 (0.004878) with: {'batch_size': 40, 'epochs': 50}
0.859000 (0.003215) with: {'batch_size': 40, 'epochs': 100}
0.825401 (0.011133) with: {'batch_size': 60, 'epochs': 10}
0.856600 (0.003956) with: {'batch_size': 60, 'epochs': 50}
0.858100 (0.003386) with: {'batch_size': 60, 'epochs': 100}
0.819699 (0.005330) with: {'batch_size': 80, 'epochs': 10}
0.855700 (0.001510) with: {'batch_size': 80, 'epochs': 50}
0.858099 (0.005631) with: {'batch_size': 80, 'epochs': 100}
0.819901 (0.007910) with: {'batch_size': 100, 'epochs': 10}
0.855900 (0.004088) with: {'batch_size': 100, 'epochs': 50}
0.855900 (0.005525) with: {'batch_size': 100, 'epochs': 100}
```

Resim 2. Veri seti hiper parametre hesaplaması

Resim 2. de, belirlenen ve adım adım yürütülen epoch ve parti boyutları ile DNN için performans değerlendirmesini göstermektedir. Buna göre en iyi epoch ve parti boyutu değerlerinin %85 kesinlik değeri ile epoch 100 ve mini parti boyutu 40 olarak görünmektedir.

Veri setine geleneksel algortmalarıda uygulayarak DNN modeli ile karşılaştırılmıştır. Tablo 2. De görülen karşılaştırma sonuçlarına göre; DNN modelinin diğer algoritmalara göre 0.801 değeri ile daha yüksek kesinlik değerine sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 2. Makine algoritmaları ve Derin Sinir Ağları modeli karşılaştırma

Sınıflandırma Algoritması	Kesinlik Değeri
Derin Sinir Ağları-DNN	0.801
Lojistik Regresyon-LR	0.789
Naive Bayes-NB	0.784
Karar Ağacı-KA	0.792
K-En Yakın Komşu-KK	0.764
Destek Vektör Makinesi-DVM	0.797

SONUÇLAR

Müşteri kayıp analizi, bankacılık sektöründe artan rekabet ortamında bankaların mevcut müşterilerini elde tutabilmesi için bu yönde uygulayabilecekleri stratejik kararların belirlenebilmesi için en doğru kayıp tahmin çalışmasının yapılmasını amaçlamaktadır. Bankalar için yeni müşteri ediniminin mevcut müşteriyi elde tutmaktan daha maliyetli olmasından dolayı mevcut müşteri kaybının en az oranda olmasını sağlamak büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda çalışmada kullanılan banka veri setinde müşterinin kredi skoru, sahip olunan banka ürün sayısı, kredi kartı sahipliği, bakiye bilgisi ve müşteri yaş bilgisi gibi müşteri özelliklerinden oluşan 11 farklı değişken arasındaki ilişki analiz edilmiştir. Bu analiz için derin öğrenme yaklaşımı uygulanmıştır. Derin öğrenme modelinin performansı, dönem ve parti boyutu için optimum parametrelerin bulunması ile gözlemlenmiştir. Modelin performans değerlendirmesinin yapılabilmesi için ise veri setine diğer sınıflandırma algoritmalarıda uygulanmıştır. Sonuçlara göre, derin öğrenme modelinin müşteri kayıp tahmininde diğer algoritmalara göre çok daha yüksek başarı oranına sahip olduğunu göstermektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmadaki katkı ve desteklerinden dolayı Doç. Dr. Pınar Yıldırım'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Zhao, J., & Dang, X. H. (2008, October). Bank customer churn prediction based on support vector machine: Taking a commercial bank's VIP customer churn as the example. In 2008 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (pp. 1-4). IEEE.

Aydın, S. (2021). Bankacılık sektöründe tüzel müşteriler için makine öğrenmesi yöntemleri ile terk analizi. Ulusal Tez Merkezi, pp. 1-2

Bilal Zorić, A. (2016). Predicting customer churn in banking industry using neural networks. Interdisciplinary Description of Complex Systems: INDECS, 14(2), 116-124.

Nie, G., Rowe, W., Zhang, L., Tian, Y., & Shi, Y. (2011). Credit card churn forecasting by logistic regression and decision tree. Expert Systems with Applications, 38(12), 15273-15285.

Xie, Y., Li, X., Ngai, E. W. T., & Ying, W. (2009). Customer churn prediction using improved balanced random forests. Expert Systems with Applications, 36(3), 5445-5449.

Agrawal, S., Das, A., Gaikwad, A., & Dhage, S. (2018, July). Customer churn prediction modelling based on behavioural patterns analysis using deep learning. In 2018 International conference on smart computing and electronic enterprise (ICSCEE) (pp. 1-6). IEEE.

Dalli, A. (2022). Impact of Hyperparameters on Deep Learning Model for Customer Churn Prediction in Telecommunication Sector. Mathematical Problems in Engineering, 2022.

Şeker, A., Diri, B., & Balık, H. H. (2017). Derin öğrenme yöntemleri ve uygulamaları hakkında bir inceleme. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 3(3), 47-64.

Shinde, P. P., & Shah, S. (2018, August). A review of machine learning and deep learning applications. In 2018 Fourth international conference on computing communication control and automation (ICCUBEA) (pp. 1-6). IEEE.

Understanding Deep Learning: DNN, RNN, LSTM, CNN and R-CNN, available at:
www.medium.com/@sprhlabs/understanding-deep-learning-dnn-rnn-lstm-cnn-and-r-cnn-6602ed94dbff

Sharma, S., Sharma, S., & Athaiya, A. (2017). Activation functions in neural networks. towards data science, 6(12), 310-316.

Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Al-Dujaili, A., Duan, Y., Al-Shamma, O., ... & Farhan, L. (2021). Review of deep learning: Concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. Journal of big Data, 8(1), 1-74.

Brownlee, J. (2018). What is the Difference Between a Batch and an Epoch in a Neural Network. Machine Learning Mastery, 20.

Ehsani, F. (2022). Customer churn prediction from Internet banking transactions data using an ensemble meta-classifier algorithm.

Dalli, A. (2022). Impact of Hyperparameters on Deep Learning Model for Customer Churn Prediction in Telecommunication Sector. Mathematical Problems in Engineering, 2022.

Kaba, A. (2019). Makine öğrenmesi yöntemleri ile faizsiz finansman sektöründe müşteri kayıp tahmini : Churn Analizi. Ulusal Tez Merkezi,2019

Vafeiadis, T., Diamantaras, K. I., Sarigiannidis, G., & Chatzisavvas, K. C. (2015). A comparison of machine learning techniques for customer churn prediction. Simulation Modelling Practice and Theory, 55, 1-9.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Variation of lead-rubber isolator design displacements for unbalanced bridges considering various ground motion parameters and isolator dimensions

Ali İhsan KARAKAŞ (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7790-3345*)

Karadeniz Technical University, Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Trabzon, Turkey.

aliihsan.karakas@ktu.edu.tr

Abstract
In this study, the variation of earthquake design displacements of lead-rubber isolators applied to unbalanced bridges with different pier column heights for different earthquake design parameters, pier column height, isolator diameter, lead core diameter and rubber thickness is numerically investigated. Long and short spectral acceleration coefficients and local soil class are considered as earthquake design parameters. Since this study requires a large number of structural analysis of isolated bridges, a code is developed to conduct these analyses automatically with the help of application programming interface feature of the bridge structural analysis program. The code provides data exchange between these two programs to model isolated bridge structure parametrically. As a result of numerous structural analyses, it can be concluded that all considered short period spectral acceleration coefficients significantly increase the isolator design displacement, but long period spectral acceleration coefficient is influential when it takes small values in the case of large short period acceleration coefficients. When the local soil classes are examined, it is seen that larger design displacement is obtained in weak soils and the effect of the soil increases with increasing short period spectral acceleration coefficient. Additionally, the design displacements of the isolators on the pier whose column height varies become almost zero as the height increases up to a certain value. As far as isolator geometrical properties are considered, it is observed that when the isolator diameter and lead core diameter are increased the design displacements decrease. On the contrary, as the isolator rubber thickness increases the design displacement increases.
Keywords: Lead-rubber isolator, Unbalanced bridge, Ground motion parameters.

INTRODUCTION

Some vital structures can be protected from severe earthquakes by applying seismic isolation to ensure uninterrupted use. Seismic isolation can be accomplished using various isolation devices and a range of isolation devices has been developed in aseismic design of structures since 1970 (Robinson, 1982). The fundamental concept of seismic isolation devices is to reduce earthquake-induced forces in a structure by lengthening its natural period and by adding damping to the structure. The most common isolators in use today fall into one of two categories: elastomeric- based (e.g., lead-rubber bearings (LRBs) and high-damping rubber bearings), and friction-based (e.g., Eradiquake bearings and friction pendulum bearings) (Lee et al., 2001). Among these devices, lead-rubber isolator is more widely used in bridges for uninterrupted use in order to provide emergency rescue and necessary recovery after strong earthquakes (Kunde and Jangid, 2003). For this reason, many studies have been carried out on such isolation devices. Especially, numerical modeling of such isolators and their effects on structures have been studied in detail. For example, Hwang and Chiou (1996) proposed an equivalent linear model for the seismic analysis of base isolated bridges with LRB through an identification method. Also, Simon and Vigh (2013) built a three dimensional numerical model in OpenSEES finite element modeling software to study three continuous girder bridges by multi-mode response spectrum analysis using effective stiffness values and by non-linear time-history analysis to check the applicability and validity of the effective stiffness method.

Hameed et al. (2008) conducted a parametric study to investigate the effect of lead rubber bearing isolators and ground motion characteristics on the response of seismically isolated bridges. Also, Edalati and Tahghighi (2019) investigated the influence of isolation systems on the seismic behavior of an urban reinforced concrete bridge using nonlinear time history analysis method. Similarly, various studies are available in the literature to examine the effects of elastomeric bearings on the seismic response of bridges ((Turkington, et al., 1989a), (Turkington, et al., 1989b), (Roy and Dash, 2018)).

This study focusses not on the responses of isolated bridges but on the isolator design displacements for varying unbalanced bridge substructure stiffness, earthquake spectral acceleration coefficients and isolator geometric properties by performing numerous structural analyses in CSiBridge program (CsiBridge, 2019) automatically with the help of a code developed in Matlab program (Matlab, 2021).

MATERIALS AND METHODS

The isolator design displacements are obtained for the case that the bridge is assumed to be unbalanced with unequal column heights as shown in Figure 1 to investigate unbalanced substructure stiffness. The short pier column height (H_1) is assumed to be 5 m and the long pier column height (H_2) is varied between 5m and 25m. The column diameters are kept constant for different pier column heights. The transverse typical layout of the isolated bridge is depicted in Figure 2. The elasticity modulus and unit weight of the column concrete are taken as 24821 MPa and 24 kN/m^3, respectively.

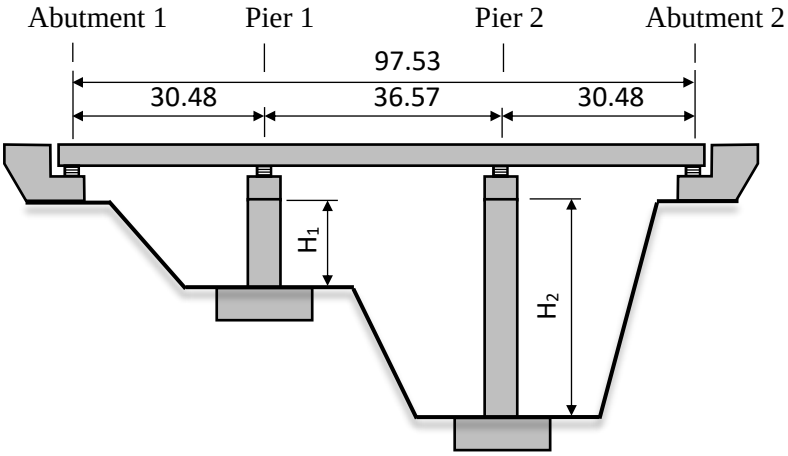


Figure 1. Elevation view of the unbalanced isolated bridge

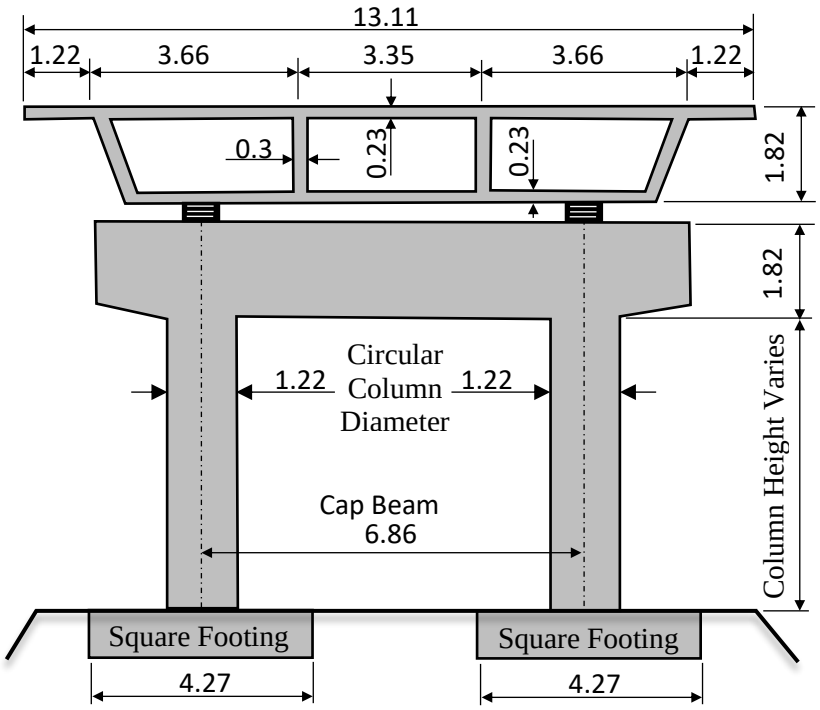
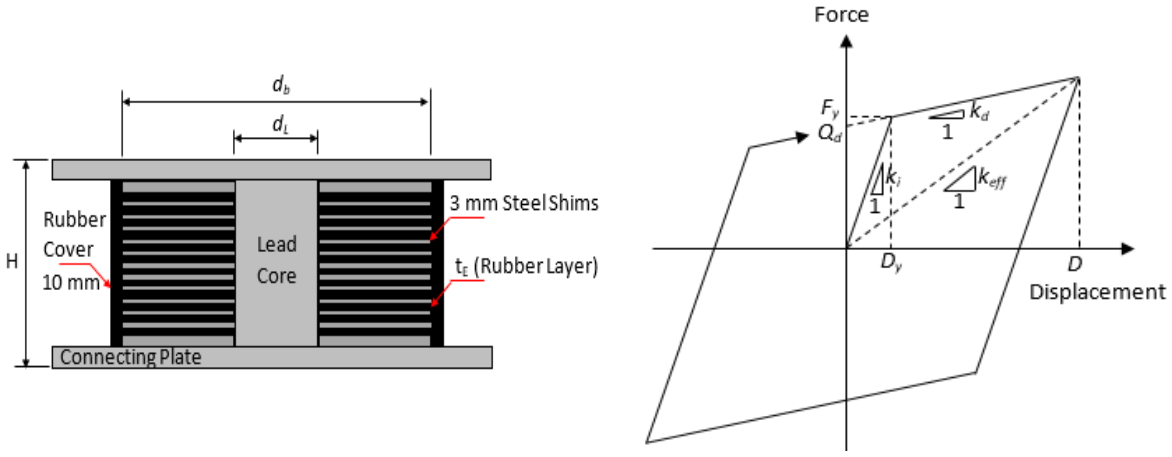


Figure 2. Typical section view of the isolated bridge



a) b)

Figure 3. a) Geometrical details and **b)** bilinear force-displacement behavior of a lead-rubber isolator

The notations of the lead-rubber isolator unit utilized between superstructure and cap beam as an isolation device is depicted in Figure 3-a. The effective stiffness of an isolator unit is the linearized property of the isolator in elastic analysis methods. It is gathered from the idealized bilinear force-displacement behavior of an isolator shown in Figure 3-b as (TBDS, 2019):

$$k_{eff} = \frac{Q_d}{D} + k_d \tag{1}$$

where Q_d is the characteristic strength, D is the design displacement and k_d is the post-elastic stiffness of the rubber. The characteristic strength and post elastic stiffness can be obtained as:

$$Q_d = F_y(1 - \frac{k_d}{k_i}) \quad \text{and} \quad k_d = \frac{GA_b}{T_r} \tag{2}$$

where $k_i = 10k_d$ is the assumed elastic stiffness of the isolator, $G = 0.62$ MPa is the shear modulus of the rubber and F_y is the yield strength calculated using Eq. (3) where $f_{yL} = 10.3$ MPa is the shear yield stress of the lead and d_L is the diameter of the lead core.

$$F_y = f_{yL}\frac{\pi {d_L}^2}{4} \tag{3}$$

In the post elastic stiffness equation A_b is the net bonded area and T_r is the total thickness of the rubber layers. The net bonded area is the gross area without the lead core area. Thus it is calculated as:

$$A_b = \frac{\pi({d_b}^2 - {d_L}^2)}{4} \tag{4}$$

where d_b is the diameter of the bonded rubber without rubber cover.

The superstructure displacement depends on both substructure stiffness and isolator effective stiffness. The substructure stiffness changes with changing column heights and so the superstructure displacement changes. As the superstructure displacement changes the isolator design displacement (D) alters. An iterative procedure is applied to obtain the value of superstructure displacement since the isolator effective stiffness depends on the isolator design displacement and vice versa.

Lateral (k_L), vertical (k_V) and torsional (k_T) stiffnesses of the lead-rubber isolator unit need to be calculated to be able to generate a 3-dimensional structural finite element model of the isolated bridge for multi-mode eigenvalue analysis. Lateral stiffness of the isolator is equal to effective stiffness of the isolator and other stiffness values are acquired using the following equations:

$$k_V = \frac{E_b.A_b}{T_r} \quad \text{and} \quad k_T = \frac{G.J_b}{T_r} \tag{5}$$

where E_b is the compressive elasticity modulus and J_b is the torsional moment of inertia of the isolator rubber. The compressive elasticity modulus can be calculated with the following equation:

$$E_b = \frac{1}{\left(\frac{1}{6GS^2} + \frac{4}{3K}\right)} \tag{6}$$

where $K = 2000$ MPa is the volumetric modulus of the rubber material, S is the shape coefficient and J_b is the torsional moment of inertia of the confined rubber layers obtained as:

$$S = \frac{{d_b}^2 - {d_L}^2}{4d_b t_E} \quad \text{and} \quad J_b = \frac{\pi {d_b}^4}{32} \tag{7}$$

where t_E is the thickness of each rubber layer.

A sample three dimensional finite element model of an isolated bridge is shown in Figure 4. In this model, the box-girder deck, cap beam and columns are represented by line (beam) elements, and isolators are represented by linear link (spring) elements. Foundation system is assumed to be fixed. The stiffness properties of the lead-rubber isolator are used as the stiffness coefficients of the spring elements representing the isolator units in the bridge structural model.

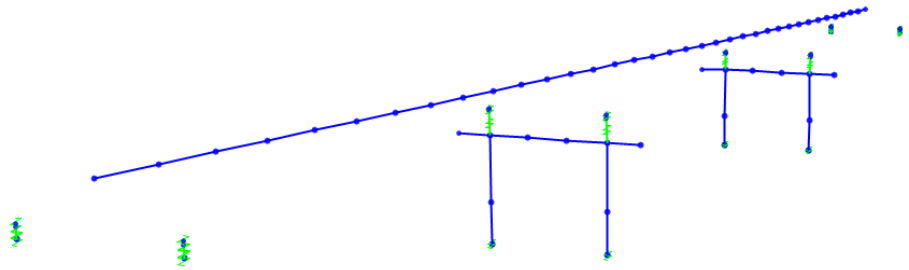


Figure 4. Finite element model of a sample bridge

Figure 5 illustrates a standard horizontal elastic design acceleration spectrum to be used in the analyses (TBDS, 2019). The ordinates of the spectrum are obtained in terms of gravity acceleration (g) with the help of short period (S_S) and T=1 s (S_1) spectral accelerations for 5% damping and a reference soil ground condition ($(V_S)_{30}$ =760 m/s). The spectral acceleration values without ground effects are obtained by taking maximum directivity effect amplification coefficients (δ_S = 1.2 and δ_1 = 1.3) into account as follows (TBDS, 2019):

$$S'_S = \delta_S S_S \quad \text{and} \quad S'_1 = \delta_1 S_1 \tag{8}$$

S'_S and S'_1 values are modified by coefficients F_S (Table 1) and F_1 (Table 2) in order to consider local soil conditions, respectively. In this way, S_{DS} and S_{D1} values are obtained as (TBDS, 2019):

$$S_{DS} = F_S S'_S \quad \text{and} \quad S_{D1} = F_1 S'_1 \tag{9}$$

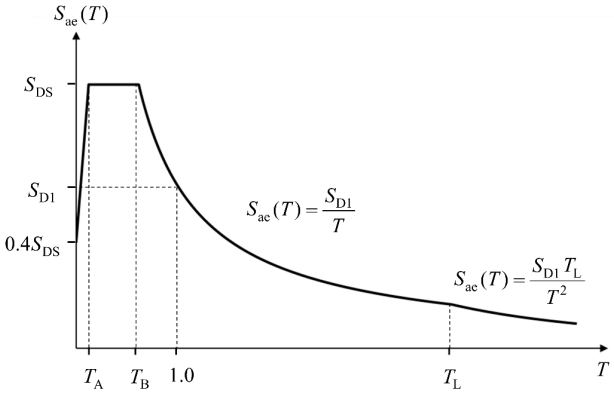


Figure 5. Standard horizontal elastic design spectrum

Table 1. Local soil class coefficients for short period spectral accelerations

Local soil class	F_S					
	$S_S' \leq 0.25$	$S_S' = 0.50$	$S_S' = 0.75$	$S_S' = 1.00$	$S_S' = 1.25$	$S_S' \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8

Table 2. Local soil class coefficients for long period spectral accelerations

Local soil class	F_1					
	$S_1' \leq 0.10$	$S_1' = 0.20$	$S_1' = 0.30$	$S_1' = 0.40$	$S_1' = 0.50$	$S_1' \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 6 shows the earthquake design displacements of isolators on Pier 2 for changing short (S_S') and long (S_1') period spectral acceleration coefficients as well as varying Pier 2 column height (H_2). The local soil class considered for the figure is ZA. In Figure 6-a and 6-b, it can be seen that the S_1' value does not change the design displacements until short period value becomes S_S'=0.5. However, for short column bridges (H_2=5m and H_2=10m), it is observed that there are significant changes for S_1'=0.1 and S_1'=0.2 values after S_S'=0.75. But, for the large values of S_1'>0.2, there are no significant differences in the design displacements.

Figure 7 depicts the design displacements of isolators on Pier 1 in the case of H_2=10m and ZA local soil class for changing short and long period spectral accelerations. It can be seen that increasing S_1' value has almost no effect on the design displacement for S_S'=0.25 and S_S'=0.5 values, while for S_S'=0.75 and larger values, the changes for the case in which S_1'=0.1 is altered to S_1'=0.2 are approximately 15%, 75%, 145% and 225% increase, respectively. However, negligible decreases occur for values greater than S_1'=0.2.

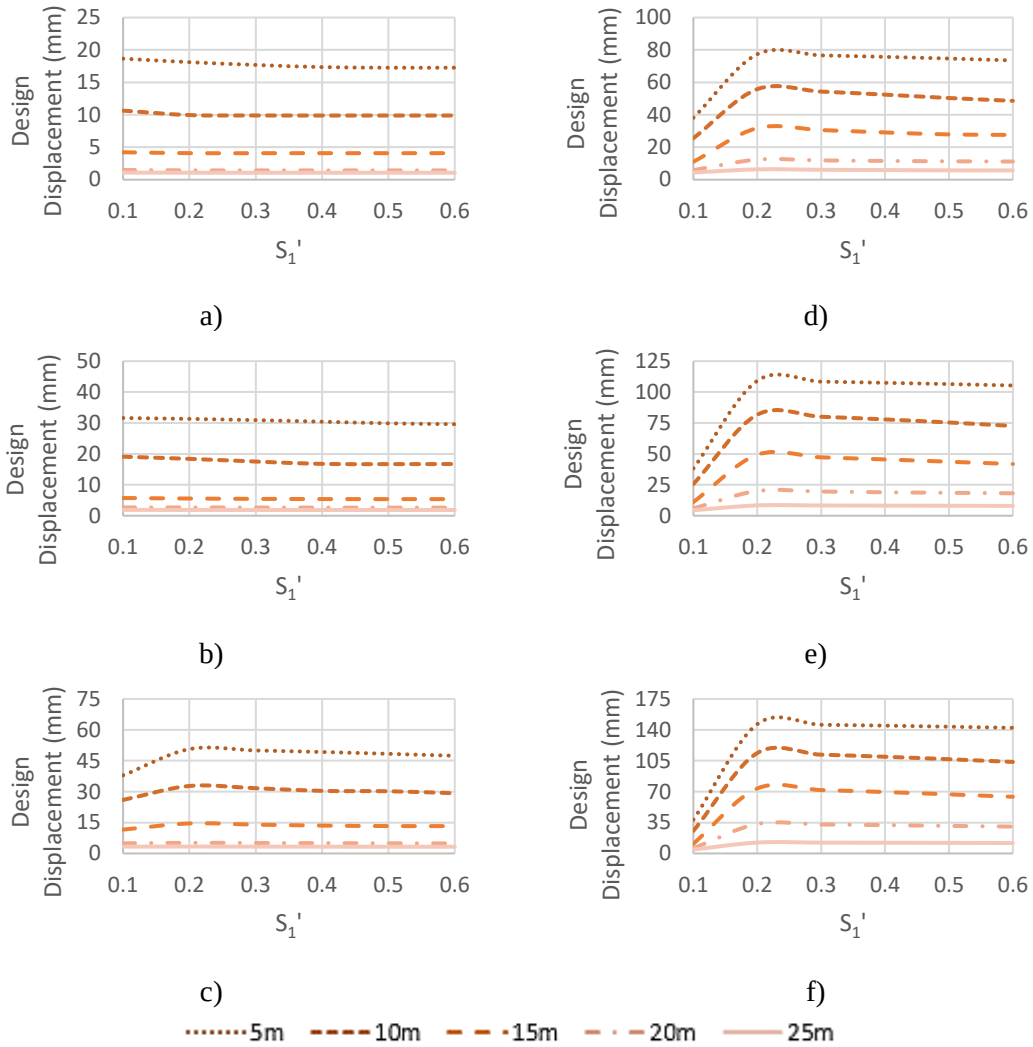


Figure 6. Design displacements of isolators on Pier 2 for **a)** S_S'=0.25 **b)** S_S'=0.5 **c)** S_S'=0.75 **d)** S_S'=1.00 **e)** S_S'=1.25 and **f)** S_S'=1.50

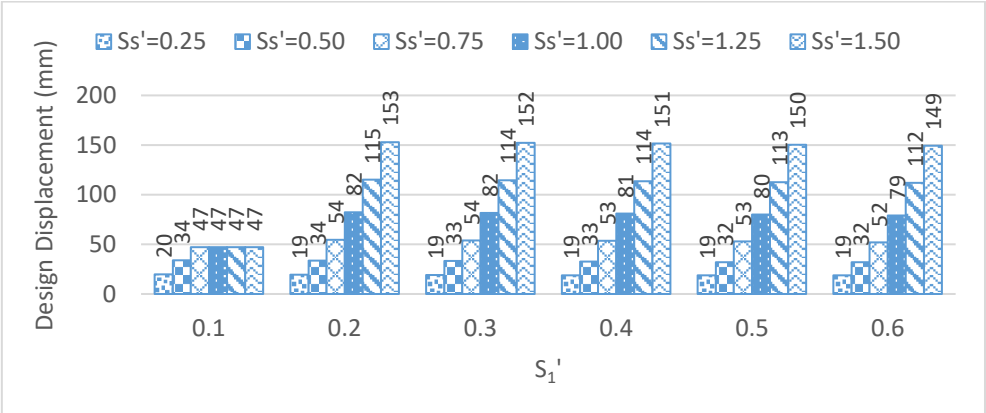


Figure 7. Design displacements of isolators on Pier 1 for H_2=10 m and soil class ZA

Figure 8 illustrates the variations in the design displacements of the isolators on Pier 1 for different S_S' values and local soil classes when S_1'=0.1. It can be realized from the figure that the displacement values increase from the soil class of ZA to ZE. That is, lower design displacements are obtained for strong soils. In addition, the effect of the soil on the design displacement increases as the S_S' value increases. For instance, the design displacement increases approximately 5 times from ZA to ZE for S_S'=0.25 while it increases approximately 13 times for S_S'=1.5.

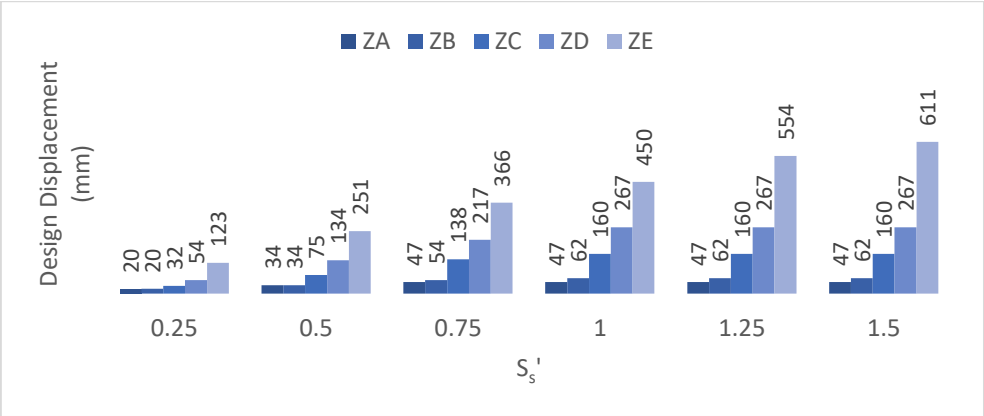


Figure 8. Design displacements of isolators on Pier 1 for S_1'=0.1

Figure 9 demonstrates the variations in the design displacement of isolators at different locations of the bridge for various Pier 2 column heights, bonded isolator diameters, lead core diameters and rubber thicknesses in the case of H_2=25m.

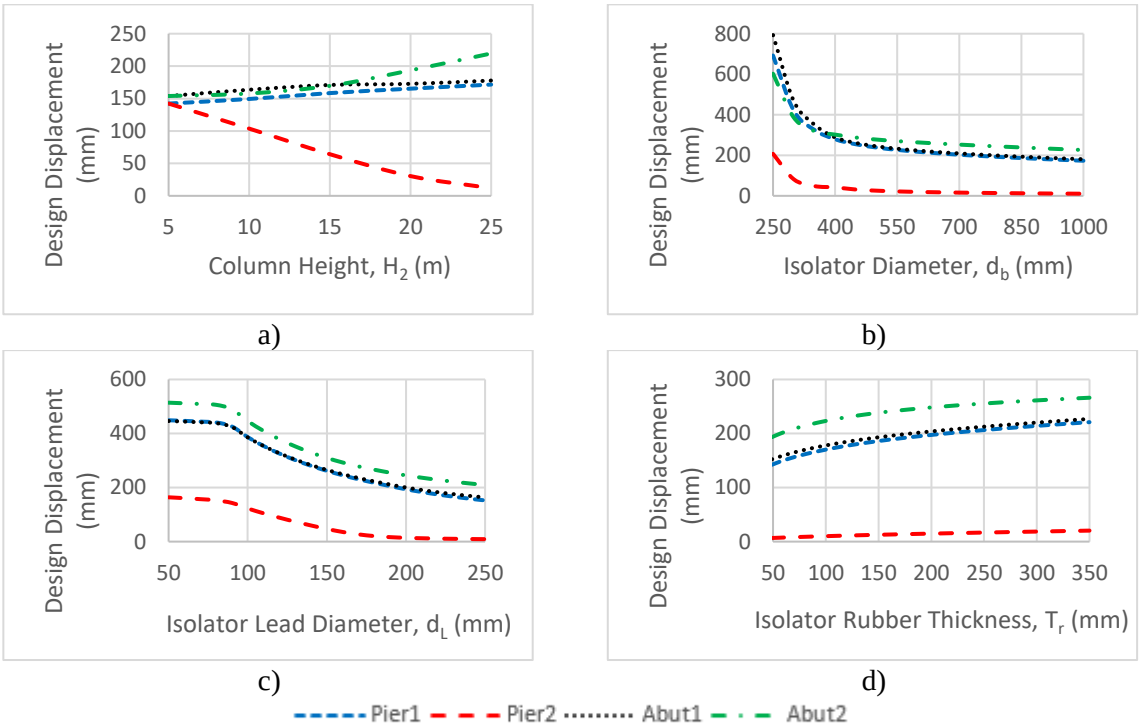


Figure 9. Design displacements of isolators for varying a) Pier 2 column height b) isolator diameter c) lead core diameter and d) rubber thickness

It can be seen from Figure 9-a that the design displacements of the isolators on Pier 2 decrease significantly as H_2 value increases while the design displacements of isolators at different locations such as abutments increase slightly. Moreover, it can be observed from Figure 9-b that when the isolator diameter is enlarged it significantly decreases the design displacement up to a certain value and remains almost constant after this value. For example, by increasing the isolator diameter at Pier 1 from 250 mm to 500 mm, the design displacement decreases by approximately 65%, while it decreases by approximately 27% when it is increased from 500 mm to 1000 mm. Additionally, according to Figure 9-c, the relatively small (between 50 mm and 100 mm) lead core diameter does not affect the design displacement, but after a certain value, it significantly reduces the design displacement. When the lead core diameters of isolators on Pier 1 are altered from 100 mm to 250 mm, the design displacements are reduced by approximately 60%. This reduction ratio varies with respect to the location of the isolator. For example, the reduction ratios are approximately 58% and 53% for Abutment 1 and Abutment 2, respectively, and 92% for Pier 2 isolators. Finally, it can be seen from Figure 9-d that the design displacement increases as the rubber thickness increases. As an example, the design displacement increases approximately 56% by increasing the rubber thickness of isolators on Pier 1 from 50

mm to 350 mm. This is because of the fact that larger rubber thickness reduces the horizontal stiffness of the isolators.

CONCLUSION

This study focuses on the variations of earthquake design displacements of bridge lead-rubber isolators for various ground motion parameters such as spectral acceleration coefficients and local soil classes, unbalanced pier heights, isolator diameters, lead core diameters and rubber thicknesses. A code is developed to be able conduct numerous bridge structural analyses automatically. As far as numerical results are considered, it can be stated that long period spectral acceleration coefficient has almost no effect on the design displacements for small short period acceleration coefficients (S_S'), while it has significant effects for 0.1 and 0.2 values in the case of large S_S' values. As the local soil classes are considered it can be realized that the design displacements increase from strong soil ZA to weak soil ZE.

As the column height of Pier 2 increases the design displacement of the isolator on this pier reduces and comes closer to zero at a certain height while it increases slightly for isolator at different locations of the bridge. Therefore, it can be stated that after a certain pier column height isolators become ineffective and desired displacement capacities are provided by the flexible substructures of the bridge.

As far as geometrical properties of isolators are investigated, it is observed that as the isolator diameter increases it significantly reduces the design displacement up to a certain value. Similarly, large lead core diameters reduce the displacements considerably when compared to the small lead core diameters. Finally, it can be noted that the isolator design displacement increases as the isolator rubber thickness enlarges due to the reduced horizontal stiffness of the isolator.

REFERENCES

CSiBridge 2019. Bridge Structural Analysis Program. Berkeley, Computers and Structures Inc.

Edalati AA and Tahghighi H 2019. Investigating the performance of isolation systems in improving the seismic behavior of urban bridges: a case study on the Hesarak bridge. Archives of Civil Engineering, LXV(4):155-175.

Hameed A, Koo MS, Thang DD, Jeong JH 2008. Effect of lead rubber bearing characteristics on the response of seismic-isolated bridges. KSCE Journal of Civil Engineering, 12(3): 187-196.

Hwang JS, Chiou JM 1996. An equivalent linear model of lead-rubber seismic isolation bearings. Engineering Structures, 18(7): 528-536.

Kunde MC, Jangid RS 2003. Seismic behavior of isolated bridges: A-state-of-the-art review. Electronic Journal of Structural Engineering, 3: 140-170.

Lee GC, Kitane Y, Buckle IG 2001. Literature review of the observed performance of seismically isolated bridges. Research Progress and Accomplishments: 2000–2001, MCEER, State University of New York, Buffalo, NY, USA.

Matlab 2021. The language of technical computing. ABD: Mathworks.

Robinson WH 1982. Lead-rubber hystertic bearing suitable for protecting structures during earthquakes. Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 10(4): 593-604.

Roy SS, Dash SR 2018. Dynamic behavior of the multi span continuous girder bridge with isolation bearings. International Journal of Bridge Engineering (IJBE), 6(2):1-23.

Simon J, Vigh LG 2013. Response spectrum analysis of girder bridges with seismic isolators using effective stiffness. International Conference on Civil, Structural and Earthquake Engineering, Istanbul, Turkey.

TBDS 2019. Turkish Bridge Design Standard.

Turkington D, Carr A, Cooke N, Moss P 1989a. Design method for bridges on lead-rubber bearings. Journal of Structural Engineering, 115(12): 3017-3030.

Turkington D, Carr A, Cooke N, Moss P 1989b. Seismic design of bridges on lead-rubber bearings. Journal of Structural Engineering, 115(12): 3000-3016.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Minkowski Uzayında Helisel Vektör Alanlarının İntegral Eğrileri

Zafer ÜNAL* (*ORCID: https://orcid.org/my-orcid?orcid=0000-0003-2445-1028*)

*Kastamonu Üniversitesi, Fen Fakültesi, Matematik Bölümü, Kastamonu, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: zunal@kastamonu.edu.tr

Özet

Son zamanlarda diferensiyel geometri konularının kinematik alanında yoğun bir şekilde tartışıldığı görülmektedir. Vida hareketlerinin geniş bir uygulaması, özellikle katı cisimlerin hareketlerinin Lie grubu ve Lie cebir yapısından yararlanılarak verilebilir. 3-boyutlu Öklid uzayında, bir lineer vektör alanının integral eğrileri, lineer vektör alanıyla ilişkili matrisin rankına bağlıdır. 1985 te Karger ve Novak lineer vektör alanlarını tanımladı. Sonrasında birçok araştırmacı bu alana odaklanmıştır. Bunlardan biri olan Acratalashian (1989), Öklid uzayında lineer vektör alanlarının integral eğrilerini inceledi. Ancak lineer vektör alanlarının integral eğrileri ile anlık hareketler arasındaki ilişkiyi dikkate almadı. Bu çalışmada öncelikle 3-boyutlu Lorentz uzayında (veya Minkowski 3-uzayında) 1-parametreli hareketler üzerinde durulacak, ardından 1-parametreli harekete karşılık gelen matrisin rankı ile integral eğrileri arasındaki ilişki verilecektir.

Anahtar Kelimeler: Helisel vektör alanı, Minkowski uzayı, İntegral eğrisi.

Integral Curves of Helicoidal Vector Fields in Minkowski Space

Abstract

Recently, it is seen that the subjects of differential geometry have been intensively discussed in the field of kinematics. A wide application of screw motions can be given, especially by utilizing the Lie group and Lie algebra structure of the motions of rigid bodies. In 3-dimensional Euclidean space, the integral curves of a linear vector field depend on the rank of the matrix which related to the linear vector field. In 1985, Karger and Novak introduced the linear vector fields. Many researcher have been focused on this area. One of them, Acratalashian (1989), have been studied integral curves of linear vector fields in Euclidean space. But he did not consider the relation between integral curves of linear vector fields and instantaneous motions. In this study, first of all we concentrate on 1-parameter motions in 3-dimensional Lorentzian space (or Minkowski 3-space), then we will give some definitions and the relation between the rank of the matrix which is related to the 1-parameter motion and the integral curves.

Keywords: Helicoidal vector field, Minkowski space, Integral curve.

GİRİŞ

Kinematik günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Acratalashian (1989), çalışmasında Öklid uzayında lineer vektör alanlarının integral eğrilerini ele almış, fakat bu eğrilerle 1-parametreli hareketler arasındaki ilişkiye değinmemiştir.

Bu alana katkı sağlayanlardan biri de D.P. Chevallier dir. 1991 yılında yaptığı çalışmada, modül kavramını kullanarak dual kuaterniyonlar için yeni bir yaklaşım ortaya koymuş ve bunu katı hareketlere uygulamıştır.

Bu çalışmada, öncelikle konu için gerekli bazı tanımlar yapılacaktır. Konusu geçen çalışmalardan farklı olarak, Minkowski uzayında helisel vektör alanı ve integral eğrisi tanımı yapılmış ve helisel vektör alanına karşılık gelen matristen yararlanılarak integral eğrilerinin cinsleri belirlenmiştir.

MATERYAL VE METOD

$\mathbb{R}^3$ üzerinde

$$<,>_L : \mathbf{R}^3 \to \mathbf{R}^3$$
$$(\vec{u},\vec{w}) \to <\vec{u},\vec{w}>_L = -v_1w_1 + v_2w_2 + v_3w_3$$

şeklinde tanımlanan $<,>_L$ metrik tensörü ele alalım. Bu durumda $(\mathbf{R}^3, <,>_L)$ ikilisine 3-boyutlu Lorenz veya daha bilinen adıyla Minkowski uzayı denir ve $\mathbf{R}_1^3$ şeklinde gösterilir.

E_1^3 üzerinde

$$\begin{aligned} f: \quad E_1^3 &\to E_1^3 \\ x &\to f(x) = y(t) = g(t)x + c(t) \end{aligned} \tag{1}$$

1-parametreli hareketi göz önüne alalım. Burada, $g(t) \in SO(3,1)$ yani, $\varepsilon = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ olmak üzere, $g^T = \varepsilon g^{-1} \varepsilon$ olur. Bu dönüşümü matris şeklindeki ifadesi aşağıdaki gibidir:

$$\begin{bmatrix} y(t) \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g(t) & c(t) \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ 1 \end{bmatrix} \tag{2}$$
$$Y(t) = A(t)X$$

$A(t)$ formundaki 1-parametreli matrisler, matris çarpımına göre bir grup oluştururlar. Bu grup, $SE(3,1)$ ile gösterilir. Yani,

$$SE(3,1) = \left\{ A(t) : A(t) = \begin{bmatrix} g(t) & c(t) \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, g(t) \in SO(3,1), c(t) \in E_1^3 \right\}$$

şeklindedir. (2) nin türevi alınırsa

$$\dot{Y}(t) = \dot{A}(t)X \tag{3}$$

bulunur ve (2) den X çekilerek, (3) te yerine yazılırsa,

$$\dot{Y}(t) = \dot{A}(t)A^{-1}(t)Y(t)$$

bulunur. $W = \dot{A}(t)A^{-1}(t)$ diyelim.

$$\begin{aligned} W &= \dot{A}(t)A^{-1}(t) \\ &= \begin{bmatrix} \dot{g} & \dot{c} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} g^{-1} & -g^{-1}c \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} \dot{g}g^{-1} & -\dot{g}g^{-1}c + \dot{c} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

elde edilir. $w = \dot{g}g^{-1}$ dersek, w Lorenz anlamında ters simetriktir. Yani, $w^T = -\varepsilon w \varepsilon$ şartını sağlar. Ayrıca, $v = -\dot{g}g^{-1}c + \dot{c}$ vektörünün $\mathbf{R}_1^3$ e ait olması sebebiyle, $SO(3,1)$ Lie grubunun Lie cebiri

$$se(3,1) = \left\{ \begin{bmatrix} w & v \\ 0 & 0 \end{bmatrix} : w \in SO(3,1), v \in \mathbf{R}_1^3 \right\} \tag{4}$$

olarak elde edilir.

Bir $\vec{w}=(-c,-b,a)\in\mathbf{R}_1^3$ vektörüne $w=\begin{bmatrix}0 & a & b\\ a & 0 & c\\ b & -c & 0\end{bmatrix}$ Lorenz anlamında bir anti-simetrik matris karşılık gelir. $\vec{w}=(-c,-b,a),\vec{x}=(x,y,z)\in\mathbf{R}_1^3$ Minkowski uzayında keyfi iki vektör olmak üzere, Lorenz anlamında vektörel çarpım

$$\begin{aligned}\vec{w}\wedge_L\vec{x}&=\begin{vmatrix}\cdot & \cdot & \cdot\\ -c & -b & a\\ x & y & z\end{vmatrix}\\ &=(ay+bz,ax+cz,bx-cy)\\ &=wX\end{aligned}$$

şeklinde tanımlanır.

Şimdi Minkowski uzayında helisel vektör alanı ve integral eğrisini tanımlayalım.

Tanım 1. Plücker koordinat sisteminde $(\vec{a},\vec{a}^*)$ şeklinde ifade edilebilen bir vida hareketi

$$\begin{aligned}X:\ E_1^3 &\to \mathbf{R}_1^3\\ M &\to X(M)=\vec{a}^*+\vec{a}\wedge_L\overrightarrow{OM}\end{aligned}$$

Helisel vektör alanı ile birleşir. Burada $\vec{a}$ ya X vektör alanının ekseni denir ve w_X şeklinde gösterilir. Tüm helisel vektör alanlarının cümlesi

$$\begin{aligned}(X+Y)(M) &= X(M)+Y(M), M\in E_1^3\\ (\alpha X)(M) &= \alpha X(M),\alpha\in\mathbf{R}\end{aligned}$$

şeklinde tanımlanan işlemlerle bir reel vektör uzayı olur. Helisel vektör alanını matris formunda aşağıdaki gibi ifade edbiliriz:

$$\begin{bmatrix}X(M)\\ 0\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}a & a^*\\ 0 & 0\end{bmatrix}\begin{bmatrix}M\\ 1\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\vec{a}\wedge_L\overrightarrow{OM}+\vec{a}^*\\ 0\end{bmatrix}.$$

Burada a ; 3x3 tipinde Lorenz anlamında anti-simetrik matris ve a^*; 3x1 tipinde bir matristir.

Tanım 2. X bir helisel vektör alanı ve $\alpha:I\to E_1^3, t\to\alpha(t)$ bir eğri olsun. Eğer her $t\in I$ için

$$\frac{d\alpha}{dt}=X(\alpha(t))$$

oluyorsa, α eğrisine X helisel vektör alanının integral eğrisi denir.

Helisel vektör alanları aynı zamanda lineer olduğundan bu dönüşüme bir matris karşılık gelir. Şimdi bu matrisin rankı ile X helisel vektör alanının integral eğrileri arasındaki ilişkiyi verelim.

Teorem 3. $X=(\vec{w},\vec{v})$ bir helisel vektör alanı olsun. Yani,

$$\begin{bmatrix} X(M) \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w & v \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} M \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vec{w} \wedge_L \overrightarrow{OM} + \vec{v} \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Bu durumda

1) $rank[w,v] = 3$ ise, X in integral eğrileri Lorenzian helislerdir.
2) $rank[w,v] = 2$ ise, X in integral eğrileri Lorenzian çemberlerdir.
3) $rank[w,v] = 1$ ise, X in integral eğrileri paralel doğrular olur.

İspat. $\alpha(t) = (x(t), y(t), z(t))$; X helisel vektör alanına karşılık gelen bir integral eğrisi olsun. Yani,

$$X\big|_{\alpha(t)} = \alpha'(t) \tag{5}$$

ve buradan

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & p \\ 1 & 0 & 0 & q \\ 0 & 0 & 0 & r \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} \tag{6}$$

yazılabilir.

1) $rank[w,v] = 3$ olsun. (6) dan

$$\frac{dx}{dt} = y + p$$
$$\frac{dy}{dt} = x + q$$
$$\frac{dz}{dt} = r$$

elde edilir. Üçüncü eşitlikten $z(t) = rt + s$ bulunur. İkinci eşitlikte türev alınır ve birinci eşitlik kullanılırsa,

$$\frac{d^2y}{dt^2} - y = p$$

denklemi elde edilir. Bu denkleme ait çözüm ise,

$$y(t) = c_1 \cosh t + c_2 \sinh t - p$$

şeklindedir. Buradan hareketle

$$x(t) = c_1 \sinh t + c_2 \cosh t - q$$

olur ki, bu durmda $\alpha(t)$ integral eğrisi,

$$\alpha(t) = (c_1 \sinh t + c_2 \cosh t - q, c_1 \cosh t + c_2 \sinh t - p, rt + s)$$

elde edilir.

$$\alpha'(t) = (c_1 \cosh t + c_2 \sinh t, c_1 \sinh t + c_2 \cosh t, r)$$

ve

$$<\alpha'(t),(0,0,1)>_L = r = \text{sabit}$$

olduğundan $\alpha(t)$ bir Lorenzian helistir.

2) $rank[w,v]=2$ olsun. Bu durumda (6) da $r=0$ olacaktır.

$$\frac{dx}{dt} = y+p$$
$$\frac{dy}{dt} = x+q$$
$$\frac{dz}{dt} = 0$$

denklem sistemi çözüldüğünde

$$\alpha(t) = (c_1\sinh t + c_2\cosh t - q, c_1\cosh t + c_2\sinh t - p, s)$$

elde edilir.

3) Son olarak, $rank[w,v]=1$ ise,

$$\frac{dx}{dt} = 0$$
$$\frac{dy}{dt} = 0$$
$$\frac{dz}{dt} = 0$$

denklem sistemini çözersek,

$$\alpha(t) = (pt+s_1, qt+s_2, rt+s_3)$$

paralel doğrular integral eğrisi olarak karşımıza çıkar.

SONUÇ

Bu çalışmada, Minkowski uzayında helisel vektör alanı ve integral eğrisi tanımları verilmiş ve bunlar arasındaki ilişki bir teorem yardımıyla belirtilmiştir.

KAYNAKLAR

Acratalashian, A. 1989. E^{2n+1} de lineer vektör alanları üzerine. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.

Chevallier, DP. 1991. Lie algebras, modules, dual quaternions and algebraic methods in kinematics. Mech. Mach. Theory, 26: 613-627.

Karger, A. and Novak, J. 1985. Space Kinematics and Lie Groups. Gordon and Breach Science Publihers.

➢ *ORAL PRESENTATION*

SEM Image Classification with Machine Learning

Ayşe DEMİRKAN*(ORCİD:0000-0002-8403-7243)*, [1], İsmail TOPCU*(ORCİD:0000-0002-2998-6569)*, [2]

[1]Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Lisansüstü eğitim Enstitüsü Nanobilim ve Nanomühendislik Alanya Antalya, Türkiye
[2]Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Alanya Antalya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: aedemirkan2@gmail.com, ismail.topcu@alanya.edu.tr

Abstract

Innovation that gains importance with technology; makes it possible to integrate with machine learning techniques. At the same time, nanoengineering studies are in a multidisciplinary system; Which makes it possible to integrate machine learning and nanoengineering fields.
Here, the formation of experimentally studied data on a total of 1000 images consisting of 10 data classes of 100 images in each category consisting of Scanning Electron Microscopy (SEM) images; It was obtained by selecting according to the quality of nano-sized images within a set of 22,000 SEM images available as public access. The SEM data used are images obtained as a result of the work of 100 scientists for 5 years with the ZEISS SUPRA 40 resolution device in the TASC laboratory of CNR-IOM in Trieste. In the machine learning subcategory of the data trained in the experimental study; His training with CNN, one of the deep learning techniques, was completed. First, categories = ["Fibres10" , "Nanowires10" , "Patterned_surface10" , "Films_Coated_Surface10" , "Biological10" , "Porous_Sponge10" , "Powder10" , "Tips10" , "Particles10_de"'. The size was chosen as "128". "relusoftmax" and "" were applied as 'python code system activation'. With RMSprop, the training (epoch) values are in two different categories as 25 and 100 Daily. In the training of models, 800 data is training and 200 data is testing. The graphical results of this data are obtained with matplotlib. accuracy with the next confusion matrix values, a good result reached with the results obtained from the macro avg values. Finally, the selection of the best SEM image was completed and the results were obtained using machine learning techniques in the experimental part. The presented methodology can be effective in the advancement of future studies on convolutional neural networks (CNN), which is one of the deep learning approaches in the machine learning subcategory, which can be integrated into nanoengineering use cases in many fields.

Keywords: Machine learning, Convolutional Neural Networks(CNN), Scanning Electron Microscopy (SEM),Nanoengineering

INTRODUCTION

Artificial intelligence is called intelligent systems based on engineering and mathematics, and it shows itself, especially in the technological plan day by day. Machine learning, one of the sub-branches of artificial intelligence, is used in a multidisciplinary manner in many fields of use, just like nanoengineering. The training of SEM images with nanoengineering convolutional neural networks is part of the deep learning subcategory. CNN is a subcategory of deep neural networks most widely applied for image classification and recognition. Three types of layers are generally used to create the CNN architecture between the input and output. These layers are; the convolutional layer, repository layer, and fully connected layers. By providing SEM images to train with CNN, the best training parameters are compared; The values obtained with the obtained matrix values were formed. Finally, the coding part was created and image selection was provided by SEM image estimation[1-12].

Images used in image classification training in CNN, one of the deep learning techniques in the subcategory of machine learning, are SEM images. "Relu" and "softmax" activation functions were used to activate during the training phase. Then the training (epoch) was carried out at RMSprop.

A.The Place and Importance of 10 Datasets in the Experiment section in Nanoengineering

Scanning electron microscopy (SEM) is a very comprehensive material for investigating phenomena consisting of surfaces. In the figure, each image selected as an example from 1000 images is included[12].

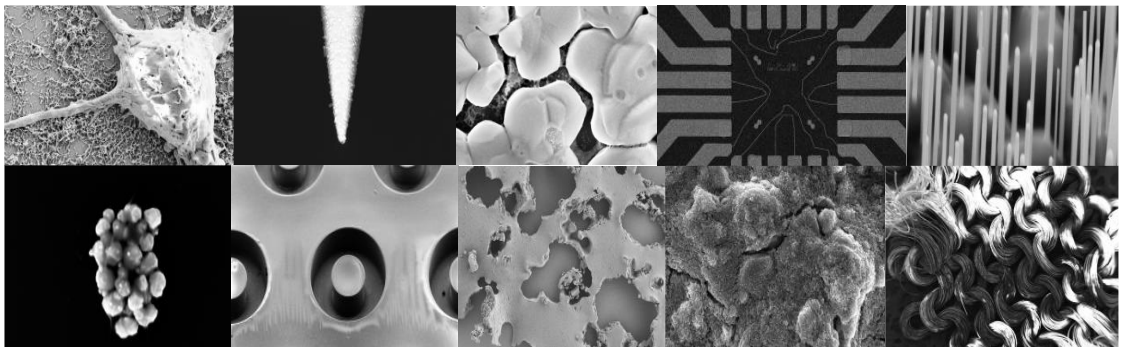


Figure-1 SEM images

B. Convolutional Neural Network Architectures (CNN)

Confirming login credentials for convolution, which also includes CNN's machine learning techniques; is used for work .

Entries are taken into sub-pools; an average function or the maximum number of numbers for each region. for a small divider section.

To cover in detail, three operations for the basic input/data line:

1. In terms of dataset values,

2. Mixing of datasets,

3. Data sets are general sets[1-3],[7] .

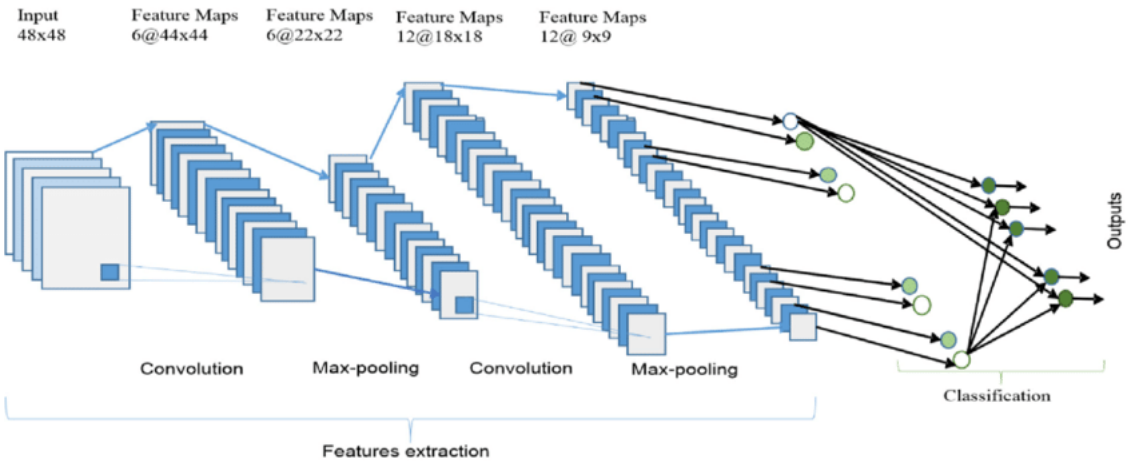


Figure-2 CNN classification model

Source:(https://www.researchgate.net/figure/The-overall-architecture-of-the-Convolutional-Neural-Network-CNN-includes-an-input_fig4_331540139/download)

The methodology used for educational education, training, unsupervised technical teaching of machine learning, and deep sub-images is applied.

The method used during the experiment is the function "relu", and "softmax", which is activated with the python codes created in colab. 800 data were used for training and 200 data for testing. The epoch values in the Optimize Parameter RMSprop and model fit stage were created as "25" and "100". The actual training results were observed graphically in Matplotlib.

The method used is "relu", "softmax", the game activated with python games created in colab. Training for 800 data tests. Optimize Parameter RMSprop model fit for “25” and “100” purposes. The actual training results were observed graphically in Matplotlib.

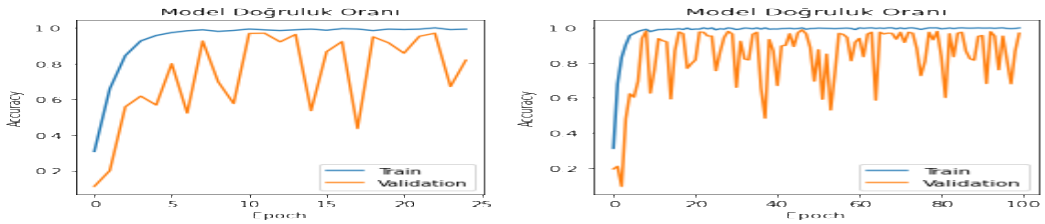


Figure-3 Matplotlib results with RMSprop 25 and 100 epoch values

The values obtained are 0.97 with 25 epochs and 0.98 with 100 epochs.

RESULTS (“RESULTS and DISCUSSION” may be combined in a single title.)

When we evaluate the findings, it is observed that the best result is achieved in the training where the epoch value is 100 with RMSprop[7].

However, the percentage expressions of the accuracy values in the resulting matrices are given in the table.

```
3000, 1)
(3000,)
[[294   0   0   0   0   3   3   0   0]
 [  0 285   6   0   0   0   3   6   0   0]
 [  0   0 294   0   0   0   0   3   3   0]
 [  0   0   3 279   0   0   0  18   0   0]
 [ 15   0  75  18  90   0   0 102   0   0]
 [ 24   0  15  30   0 207   6  18   0   0]
 [  0   0   0   6   0   0 291   3   0   0]
 [  0   0   0   0   0   0   0 300   0   0]
 [  6   0   6   0   0   0   0  33 255   0]
 [ 12   0   0   0   0   0  12  15   0 261]]
              precision    recall  f1-score   support

           0       0.84      0.98      0.90       100
           1       1.00      0.95      0.97       100
           2       0.74      0.98      0.84       100
           3       0.84      0.93      0.88       100
           4       1.00      0.30      0.46       100
           5       1.00      0.69      0.82       100
           6       0.92      0.97      0.95       100
           7       0.60      1.00      0.75       100
           8       0.99      0.85      0.91       100
           9       1.00      0.87      0.93       100

    accuracy                           0.85      1000
   macro avg       0.89      0.85      0.84      1000
weighted avg       0.89      0.85      0.84      1000
```

Figure-4 Matrix values of accuracy values formed with 25 epochs

```
(1000, 1)
(1000,)
[[297   0   0   3   0   0   0   0   0]
 [  0 300   0   0   0   0   0   0   0]
 [  0   0 297   0   0   0   0   3   0]
 [  0   0   0 300   0   0   0   0   0]
 [  0   0   0   0 300   0   0   0   0]
 [  0   3   0   0   0 297   0   0   0]
 [  0   3   0   3   0   0 294   0   0]
 [  0   0   0   0   0   0   0 300   0]
 [  0   0   0   3   0   0   0   0 297]
 [  0   0   0   0   0   0   0   0 300]]
              precision    recall  f1-score   support

           0       1.00      0.99      0.99       100
           1       0.98      1.00      0.99       100
           2       1.00      0.99      0.99       100
           3       0.98      1.00      0.99       100
           4       0.99      1.00      1.00       300
           5       1.00      0.99      0.99       100
           6       1.00      0.98      0.99       100
           7       1.00      1.00      1.00       100
           8       0.99      0.99      0.99       100
           9       1.00      1.00      1.00       100

    accuracy                           0.99      1000
   macro avg       0.99      0.99      0.99      1000
weighted avg       0.99      0.99      0.99      1000
```

Figure-5 Matrix values of accuracy values formed with 100 epochs

Finally, there is the SEM image output of all stages.

Working with different functions in the training of SEM images and increasing the number of training are important in future studies where better and more realistic results can be created[12].

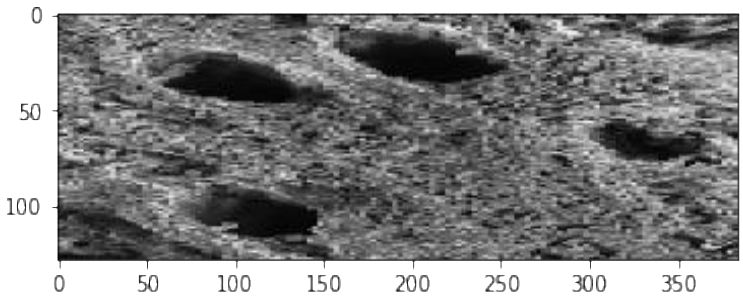


Figure-7 One of the best SEM images created at the end of the tutorial

DISCUSSION

Image classification technique (CNN) in machine learning of this study; Without observing the specific properties of the materials, only the general purpose SEM data is classified by image training. It may be important to develop more different applications by increasing the number and variety of images qualitatively. In addition, considering the different dimensional properties of images in macro, micro and nanoscale quantitatively can add a new dimension to scientific studies by presenting the necessary solution suggestions.

CONCLUSION

While performing model training in CNN, one of the sub-categories of machine learning; It is necessary as much as possible to evaluate the results by employing different parameters according to the data set. For this reason, observing the results obtained by changing the functions, parameters, and input values in model training is important for future findings.

REFERENCES

[1] A. Maleki, M. Safdari Shadloo, A. Rahmat, ‘’Application of Artificial Neural Networks for Producing an Estimation of High-Density Polyethylene. Polymers (Basel)’’, v.10;12(10), pp.2319, 2020.
(doi: 10.3390/polym12102319. PMID: 33050517; PMCID: PMC7600248.)
[2] A. Agrawal, A. Choudhary, ‘’Deep materials informatics: Applications of deep learning in materials science’’, MRS Communications v.9, pp.779–792 ,2019.
(https://doi.org/10.1557/mrc.2019.73)
[3] A.I. Oludare, J. Aman,E.O., Abiodun, Oludare Isaac Abiodun, Aman Jantan, Abiodun Esther Omolara, Kemi Victoria Dada, Nachaat AbdElatif Mohamed, Humaira Arshad, ‘’State-of-the-art in artificial neural network applications: A survey, Heliyon’’, vol. 4, n. 11,2018.
[4] D.M. Dimiduk, E.A. Holm, and S.R. Niezgoda, ‘’Perspectives on the Impact of Machine Learning, Deep Learning, and Artificial Intelligence on Materials, Processes, and Structures Engineering’’, *Integr Mater Manuf Innov*,v.7, pp.157–172 2018.
(https://doi.org/10.1007/s40192-018-0117-8)
[5] İ. Topcu, H.O. Gülsoy, A.N. Güllüoğlu, ‘’Çok Duvarlı CNT Partikül Takviyeli Ti6Al4V Alaşım Esaslı Kompozitlerin Statik Yükler Altında Malzemelerin Sürtünme Davranışının Değerlendirilmesi’’, vol.32, pp.286-298, 2019.
[6] I. Topcu Et Al. , "Investigation of wear behavior of Ti-6Al-4V/CNT composites reinforced with carbon nanotubes," JOURNAL OF THE FACULTY OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE OF GAZI UNIVERSITY , vol.34, pp.1442-1449, 2019
[7] L. Deng, G. Hinton and B. Kingsbury, "New types of deep neural network learning for speech recognition and related applications: an overview," 2013 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, pp. 8599-8603, 2013.
(doi: 10.1109/ICASSP.2013.6639344)
[8] M. Ashok, R. Madan, A. Joha, U. Sivarajah, ‘’Ethical framework for Artificial Intelligence and Digital technologies’’,International Journal of Information Management, v.62, 2022, 102433, ISSN 0268-4012, (https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102433).

[9] McCarthy J.,’’ What is artificial intelligence’’, Computer Science Department, Stanford University. Available from: http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf

[10] S. Hussein, P. Kandel, C. W. Bolan, M. B. Wallace and U. Bagci, et al, "Lung and Pancreatic Tumor Characterization in the Deep Learning Era: Novel Supervised and Unsupervised Learning Approaches," in *IEEE Transactions on Medical Imaging*, vol. 38, no. 8, pp. 1777-1787, Aug. 2019, doi: 10.1109/TMI.2019.2894349.

[11] Y. Zheng, et al. “Transfer of Learning in the Convolutional Neural Networks on Classifying Geometric Shapes Based on Local or Global Invariants.” Frontiers in computational neuroscience, v.15, pp.63714, 19 Feb. 2021, doi:10.3389/fncom.2021.637144
[12] W. Pelton, “Distinguishing the Cause of Textile Fiber Damage Using the Scanning Electron Microscope (SEM).” *Journal of Forensic Sciences* 40, pp.874-882, 1995.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Yatay Konumdaki Sıcak Bir Bobinin Doğal Taşınımla Soğumasının Sonlu Elemanlar Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi

Cansu ŞİMŞİR[1,2*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6124-9200)*, İlhan YILMAZ *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0558-4346)*

[*1]Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği, Bursa, Türkiye
*[2]Borçelik Çelik Sanayi Ticaret A.Ş, Bursa, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: csimsir@borcelik.com

Özet

Çelik kullanım alanının genişliği sebebiyle önemli bir malzemedir ve istenilen mekanik ve fiziksel özellikleri elde edilebilmek için birçok farklı proseste işlem uygulanmaktır. Bu işlemler sırasında çeliğin sıcaklığı artmakta ve sıcaklığı yüksek olan çelik bobinlerin başka bir hatta işleme alınabilmesi için soğumaları gerekmektedir. Soğuma süresinin önceden tahmin edilmesi ise planlama, zaman ve depolama alanı yeterliliği açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada soğuk haddeleme prosesinden çıkan bobinlerin sıcaklıklarına odaklanılmıştır. Bu işlem sonrasında çeliğin sıcaklığı 90 −150ºC aralığında değişmektedir ve bobinler yatay konumda doğal taşınımla soğumaya bırakılmaktadır. Bu hattan çıkan bobinlerin elektrolitik temizleme hattında işleme alınabilmesi için sıcaklıklarının 80ºC'den düşük olması gerekmektedir. Bobinlerin belirtilen sıcaklığa gelme süresi ortalama 0,5-2 gündür. Yapılan çalışmada çelik bobinlerin soğuma süresinin tahmini için sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak zamana bağlı termal bir analiz oluşturulmuştur. Çalışmadaki nihai amaç soğuk haddelemeden çıkan bobinlerin sıcaklığının ne kadar sürede 80ºC'den düşük olacağını belirlemektir. Geliştirilen sonlu elemanlar modelinden elde edilen sonuçların doğrulanması için üretim alanında çelik bobinlerden ölçümler alınmıştır. Deney verileri ve termal analiz sonuçları karşılaştırıldığında çalışılan sıcaklık aralıkları için yaklaşımın uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ısıtılmış yatay bobin, doğal taşınım, sonlu elemanlar yöntemi, soğuma süresi

Abstract

Steel is an important material due to its wide area of use and many different heat treatment processes are applied in order to obtain the desired mechanical and physical properties. During these heat treatments, the temperature of the steel increases and the steel coils with high temperatures need to cool in order to be processed in another line. Predicting the cooling time is very important in terms of planning, time and storage space adequacy. In this study, the focus is on the temperatures of the coils coming out of the cold rolling process. After this process, the temperature of the steel changes in the range of 90 -150ºC, and the coils are left to cool by natural convection in the horizontal position. The temperature of the coils coming out of this line must be lower than 80ºC in order to be processed in the electrolytic cleaning line. The average time for the coils to reach the specified temperature is 0.5-2 days. In the study, a time dependent thermal model analysis was created by using the finite element method to estimate the cooling time of steel coils. The ultimate aim of the study is to determine how long the temperature of the coils coming out of cold rolling will be lower than 80ºC. In order to verify the results obtained from the developed thermal finite element model, measurements were taken from steel coils in the production area. model validation was carried out. When the experimental data and thermal analysis results were compared, it was concluded that the approach was applicable for the temperature ranges studied.

Key words: horizontal heated coil, natural convection, finite element method, cooling time

1.GİRİŞ

Dünyada ve ülkemizde çelik sektörü, kullanım alanının genişliği sebebiyle oldukça önemlidir. Çelik malzemede istenilen mekanik ve fiziksel özellikleri elde edilebilmek için çelik malzeme birçok farklı proseste işlem görmektedir. Bazı proseslerde malzeme üzerine termal etkiler bırakmaktadır. Örneğin bu proseslerden biri sıcak haddelemedir ve bu işlem sırasında bobin sıcaklığı 540-720ºC aralığında değişmektedir. Çeliğin

sonraki bir proseste işlem görebilmesi için oda sıcaklığında 3-5 gün soğumaya bırakılması gerekmektedir (Park ve ark., 1998). Soğuma işlemi ortam sıcaklığına, saç kalınlığına, bobin tonajına, soğuma işlem tipine (doğal taşınım, zorlanmış taşınım), bobinin uzaydaki konumuna göre değişmektedir. Soğuma süresinin önceden tahmin edilmesi ise planlama, zaman ve depolama alanı yeterliliği açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada ise soğuk haddeleme prosesine odaklanılmıştır. Soğuk haddeleme hatlarında, asitlenmiş sıcak haddelenmiş çelik 0,3-2 mm kalınlığı aralığında inceltilir. Bu proses sırasında çeliğin sıcaklığı 90 −150ºC aralığında yükselmektedir, bobinler yatay konumda doğal taşınımla soğumaya bırakılmaktadır. Bu hattan çıkan bobinlerin bir sonraki proses olan elektrolitik temizleme hattında işleme alınabilmesi için sıcaklıklarının 80ºC'nin altında olması gerekmektedir. Bobinlerin belirtilen sıcaklığa gelme süresi ortalama 0,5-2 gündür.

Silindirin yatay konumda soğumasıyla ilgili literatürde deneysel ve nümerik modeller bulunmaktadır. Deneysel çalışmalardan biri Churchill ve Chu (1975) yaptığı çalışmadır. Bu çalışmayla tüm Prandtl (Pr) ve Nusselt (Nu) sayısını kapsayan bir denklem elde etmişlerdir. Diğer bir deneysel çalışmada ise yatay ince bir silindirde zorlanmış ve doğal taşınım aynı anda etki ettiğinde akış hareketinin çeşitli durumlarda (zıt, paralel ve karşı) hangi taşınım türünün baskın geldiği incelenmiştir (Seiichi ve Takuro, 1975). Kuehn ve Goldstein, (1980) laminer akış rejiminde yatay izotermal bir silindirdeki doğal taşınımla ısı transferini incelemek için Navier-Stokes ve enerji denklemlerini eliptik sayısal bir yöntemle çözmüşlerdir. Büyük ve orta Rayleigh sayıları (Ra) için eğrilik etkilerden kaynaklı yaklaşımlarının yetersiz olduğunu görmüşlerdir. Wang ve ark., (1990), laminer bir akış rejimindeki doğal taşınımı incelemek için, çeşitli sınır koşulları altındaki yatay bir silindirde, eğri kesirli adım yöntemi kullanmışlardır. Oluşturulan sayısal modelin, geniş aralıklı problemlerde yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Chouikh ve ark., (2000), orta büyüklükteki Ra sayısında, dikey olarak aralarında uzaklık olan iki yatay silindirdeki doğal taşınımla ısı transferini deneysel olarak incelemişlerdir. Farklı uzaklıklar ile çeşitli Ra sayılarındaki sonuçlarla bilinen sayısal sonuçlar karşılaştırıldığında sonuçların tutarlı olduğu görülmüştür. Yamamoto ve ark., (2004), yatay bir silindirin çevresindeki doğal taşınımla olan ısı transferini ve ısı iletimini, ön şartlandırılmalı sayısal bir yöntemle incelemişlerdir. Reymond ve ark., (2008), yatay konumda olan iki silindirin aralarında boşluk kalacak şekilde yerleştirildiğinde, alttaki silindirin ısıtılıp ısıtılmamasına göre yukarda duran silindirin nasıl etkilendiğini araştırmışlardır. Alttaki silindir ısıtılmadığında üstteki silindirde doğal taşınımla olan ısı transferinde bir değişiklik görülmediği, ısıtıldığında ise büyük bir etkisinin olduğunu ve ortalama yüzey ısı transferini arttırdığını görülmüştür. Atayılmaz, (2011), izotermal, eş merkezli yatay bir silindirde, içteki silindirin sıcaklığı sabit tutularak doğal taşınımla olan ısı transferini deneysel ve nümerik olarak incelemiştir. İçteki silindirin çapı, halkanın çapından daha küçük hale geldiğinde, homojensizlik kaynaklı açısal yüzey sıcaklığının arttığı görülmüştür. Ashjaee ve ark., (2012), adyabatik bir yüzeyle arasında uzaklık olan yatay bir silindirdeki doğal ısı transferini, farklı uzaklıklar ve ortalama Ra sayılarında deneysel ve nümerik olarak incelemişlerdir. Lin ve ark., (2017) yaptıkları çalışmada ilk kez 3D HAD (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) yöntemi kullanarak suyun içinde ısıtılmış yatay bir silindirden olan ısı transferini ve akış özelliklerini incelemişlerdir. Dash ve Dash, (2019), yaptığı çalışmada kalın içi boş bir silindirin laminer akışta yerde doğal taşınımla soğumasını 3D HAD yöntemi kullanarak sayısal olarak Nu sayısını, soğuma süresini ve ısı transfer oranını hesaplamışlardır. Rath ve Dash, (2019), yaptıkları çalışmayla ilk kez birbiriyle temas eden farklı sayıdaki bobinlerdeki (3,6,10) doğal taşınımla olan ısı transferini laminer ($10^4 \leq Ra \leq 10^6$) ve türbülans ($10^{10} \leq Ra \leq 10^{13}$) akış için incelemişlerdir. Üç silindire sahip yığın sistemdeki ortalama Nusselt sayısı her iki rejimde 6 ve 10 silindire sahip yığından daha büyük olduğu sonucu görülmüştür.

Bu çalışmada çelik bobinlerin soğuma süresinin tahmini için sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak zamana bağlı termal bir analiz oluşturulmuştur. Çalışmadaki nihai amaç soğuk haddelemeden çıkan bobinlerin en sıcak noktasının sıcaklığının ne kadar sürede 80ºC'nin altına ineceğini belirlemektir. Termal analize ek olarak, üretim alanında çelik bobinlerden ölçümler alınarak model doğrulama çalışması yapılmıştır.

2.MATERYAL VE METOD

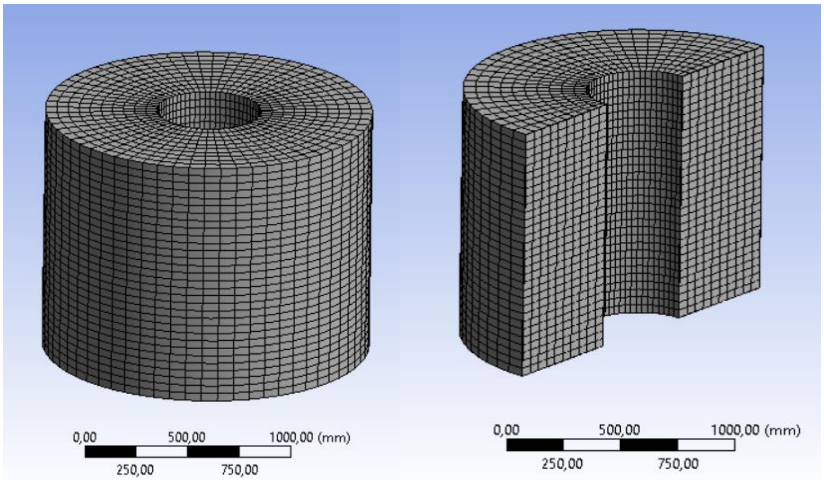
2.1 Sonlu Elemanlar Modeli

Bu çalışmada yatay bir silindirin doğal taşınımla soğumasını modellemek için, sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak zamana bağlı termal bir analiz gerçekleştirilmiştir. Analiz için Ansys 2021 R2 programı kullanılmıştır. Malzeme olarak yapı çeliği tanımlaması yapılmıştır. Analizde, çelik malzeme için yoğunluk 7850 kg / m^3 alınmıştır. Sıcaklığa bağlı tanımlanan termal malzeme özellikleri ise Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çelik termal malzeme özellikleri (Park ve ark., 1998)

Sıcaklık (ºC)	Termal İletkenlik (W m^{-1}- C^{-1})	Özgül Isı (J $kg^{-1}C^{-1}$)
100	57,8	490,5
200	53,2	527,5
300	49,4	563,5
400	45,6	611,8
500	41	685
600	36,8	782,3
700	33,1	986

Ansys Designmodeler'da üç boyutlu geometri oluşturulmuştur. Oluşturulan sonlu elemanlar modelinde quadratic SOLID279 elemanlar kullanılmıştır. Eleman boyutu 35 mm'dir. Mesh yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Mesh yapısı

Doğal taşınımda taşınım katsayısını (h) belirlemek için yatay bir silindirde Ra $\leq 10^{12}$ olduğunu dikkate alarak deneylerle bulunmuş denklem (5) kullanılmıştır (Churchill ve Chu, 1975). Silindirin yüzey sıcaklığı (T_s) $90ºC \sim 150°C$ aralığında ve hava sıcaklığı (T_∞) $0^0C \sim 40\ °C$ aralığında değiştiği kabulü yapılmıştır. Hava ideal gaz olarak kabul edilmiştir.

$$T_f = (T_s + T_\infty)/2 \quad (1)$$

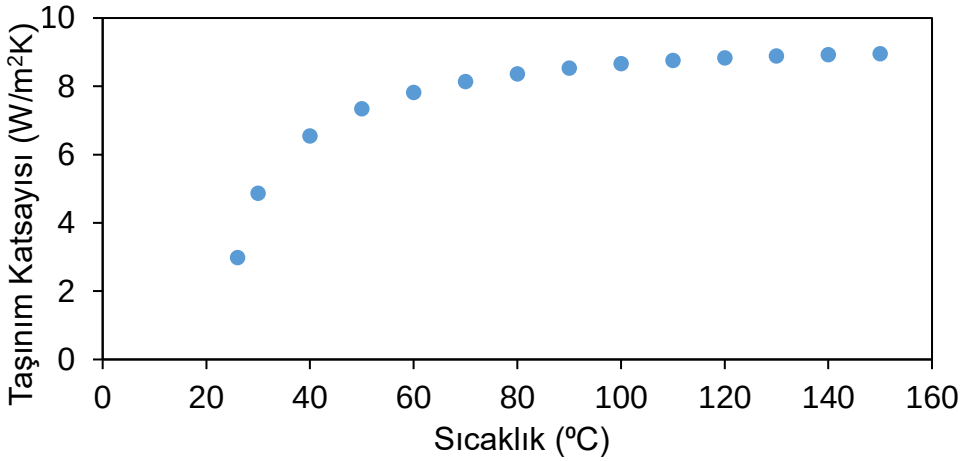
$$\beta = \frac{1}{T_f} \quad (2)$$

$$Ra = \frac{g\beta(T_s - T_\infty)L_c^3}{v^2} Pr \quad (3)$$

$$Nu = \left\{ 0.6 + \frac{0.387Ra^{1/6}}{\left[1 + \left(\frac{0.599}{Pr}\right)^{9/16}\right]^{8/27}} \right\}^2 \quad (4)$$

$$h = \frac{k}{L_c} Nu \quad (5)$$

Formüllerdeki ideal hava için, Prandtl sayısı (Pr), kinematik viskozite(v) ve iletim katsayısı (k) değerleri Tablo A-9'dan (Çengel ve ark., 2008) alınmıştır. Silindirdeki karakteristik uzunluk (L_c) silindirin dış çapıdır. Bu çalışmada literatürde yer alan yatay bir silindirin soğumasını incelemek için kullanılan sonlu elemanlar yöntemlerinden farklı olarak taşınım katsayısı denklem (5) kullanılarak hesaplanmış ve sıcaklığa bağlı bir parametre olarak tanımlanmıştır. Hesaplama yapılırken hava sıcaklığının sabit kaldığı kabulü yapılmıştır. Şekil 2'de 1 numaralı bobin için sıcaklığa bağlı hesaplanan taşınım katsayıları gösterilmektedir.



Şekil 2. 1.Bobin İçin Termal Analizde Kullanılan Sıcaklığa Bağlı Taşınım Katsayıları

Termal analizde sınır şartı olarak başlangıç sıcaklığı tanımlanmıştır. Tanımlanan sıcaklık değeri bobinin yan yüzeyindeki ölçülen sıcaklık değeridir. Bobinlerin bekleme sürelerine göre, analiz süresi tanımlanıp zamana bağlı termal bir analiz oluşturulmuştur.

2.2 Deney Kurulumu

Oluşturulan sonlu elemanlar modelinin validasyonu için deneyler yapılmıştır. Validasyon için üç farklı kalınlığa, genişliğe ve ağırlığa sahip bobinler seçilmiştir. Deneylerde kullanılan bobinlerin geometrik özellikleri Tablo 2'de gösterilmiştir. Ölçümler yapıldığında dış ortamın hava sıcaklığı 25ºC'dir. Şekil 3'te görüldüğü gibi bobinler yatay konumda soğumaya bırakılmıştır. Bobinler için 2 saat aralıklı ölçümler alınmıştır. Ölçümler alınması için ±5ºC sıcaklık toleransına sahip APPA 51 Thermometer termokupl (Şekil 4) ölçüm cihazı kullanılmıştır. Ölçüm yapılan bölge silindirin yan yüzeyidir (Şekil 5).

Tablo 2. Bobinlerin Geometrik Özellikleri

Bobin No	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)	Ağırlık (kg)	Dış Çap (mm)
1	1216	1,11	20375	1725
2	1250	0,7	22450	1780
3	1390	0,5	26640	1834



Şekil.3. Soğumaya Bırakılmış Bobinler



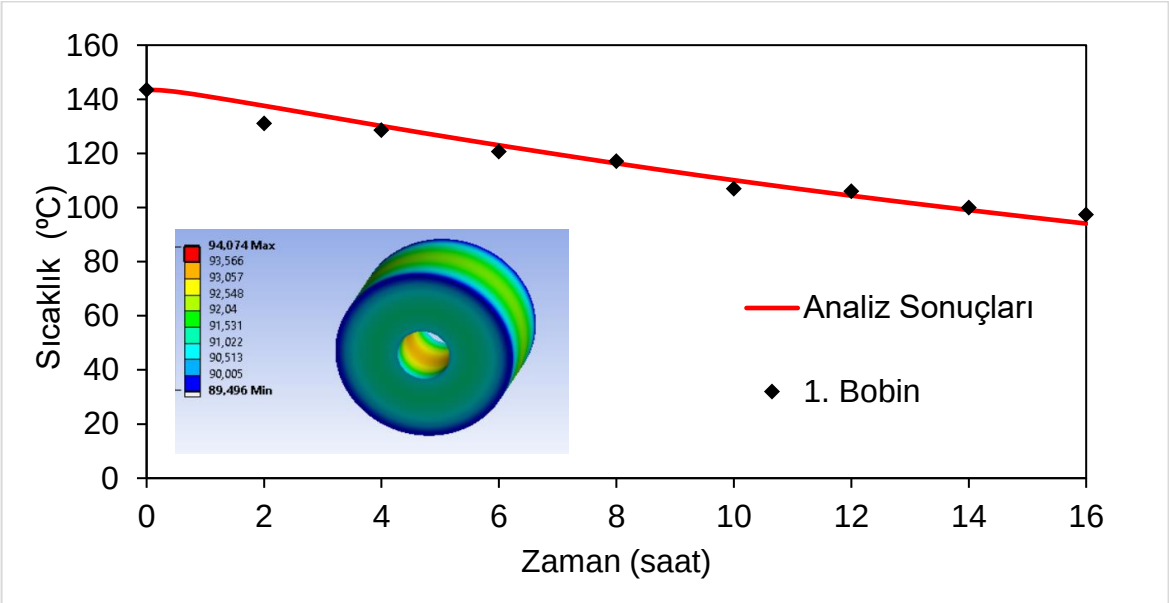
Şekil 4.Ölçüm Cihazı



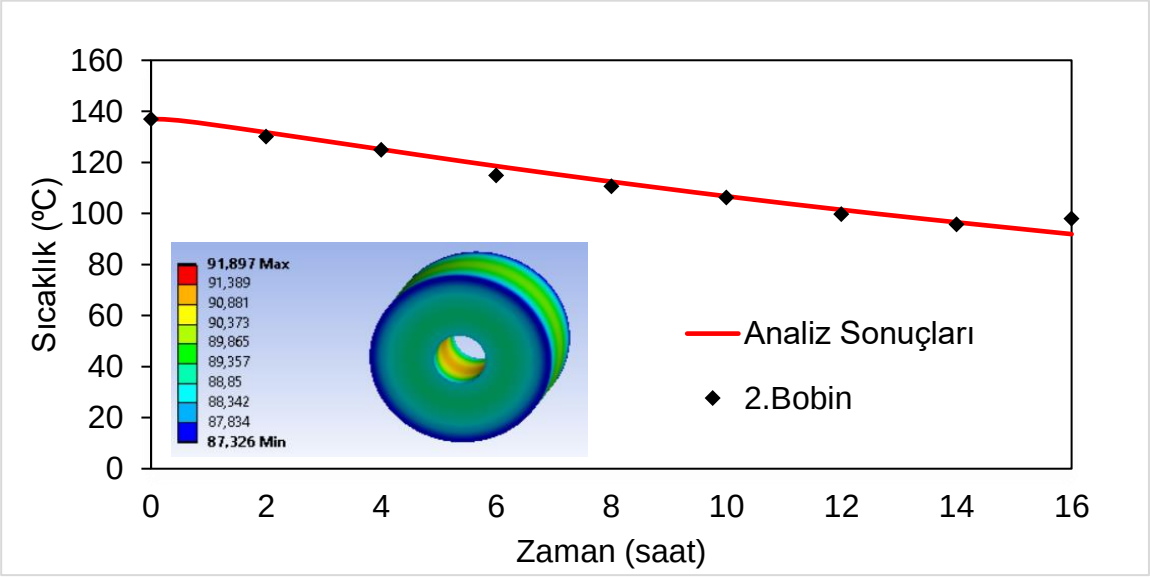
Şekil 5.Ölçüm yapılan yüzey

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

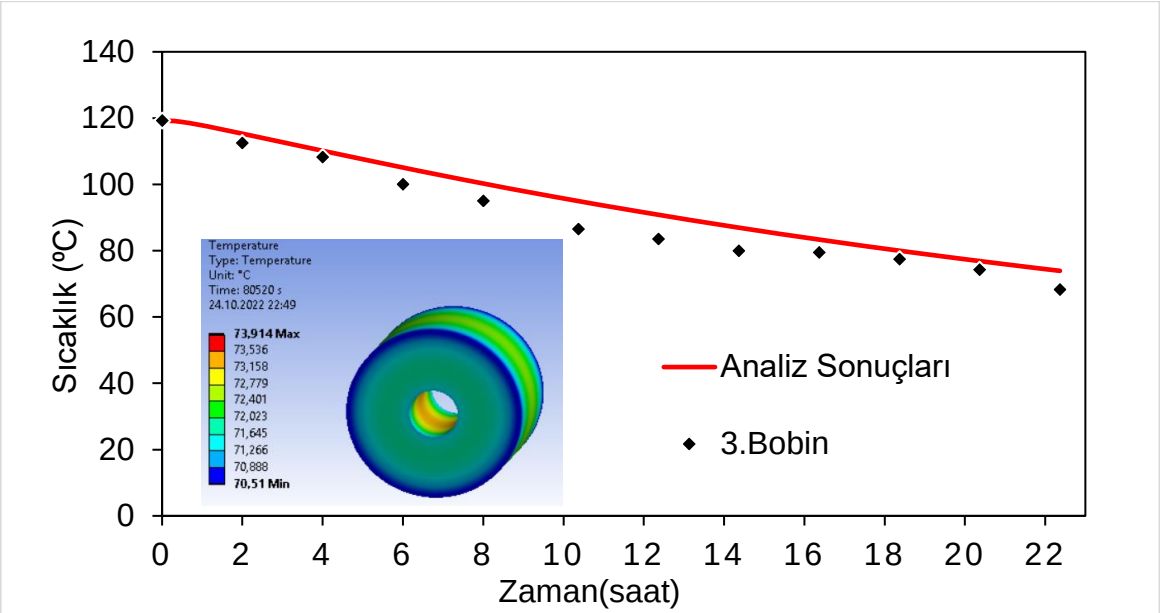
Her bir bobin için deney verileri ve termal analiz sonuçları karşılaştırılmıştır (Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9). Bobin içindeki sıcaklık dağılımı gösterilmiştir (Şekil 10). Termal analiz yaparken yan yüzey sıcaklığının kullanılmasının sebebi, bobinin dış yüzeyinin yüzey alanının büyüklüğü sebebiyle daha çabuk soğuması ve yüzeyler arasındaki sıcaklık farklarının 40ºC'ye kadar çıkabilmesidir. Bu farktan dolayı uygulamada, soğuyan bobinin elektrolitik temizleme hattına alınabilmesi için yan yüzeydeki sıcaklık dikkate alınmaktadır. Termal analizin sonuçları ile deney verileri karşılaştırıldığında, 1.bobin ve 2.bobin için sonuçlarının uyumlu olduğu görülmüştür. Rath ve Dash, (2019), Ansys Fluent'de sonlu hacimler yöntemi kullanarak yatay bir silindirin soğumasını modellemişlerdir ve yaptıkları çalışmanın test validasyonu için Churchill ve Chu (1975)'nun deneylerle bulduğu denklemi kullanmışlar ve laminer akış rejiminde (104 □ Ra □108) yapılan analizlerle ölçümlerin iyi sonuç gösterdiğini belirtmişlerdir. Bobinin sıcaklık dağılımına bakıldığında (Şekil 10) ise merkezinden dış çapa doğru gidildiğinde sıcaklığın azaldığı görülmektedir.



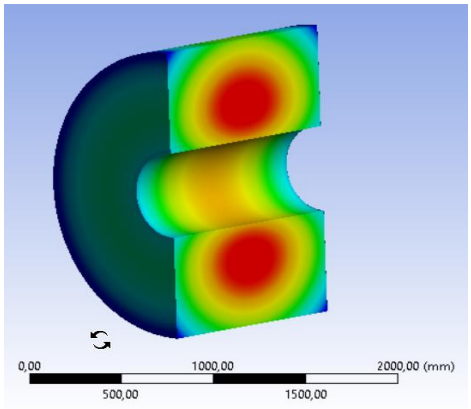
Şekil 7. 1.Bobin İçin Deney ve Termal Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması



Şekil 8. 2.Bobin İçin Deney ve Termal Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması



Şekil 9. 3.Bobin İçin Deney ve Termal Analiz Sonuçlarının Karşılaştırılması



Şekil 10.Sıcaklık Dağılımı

4. SONUÇ

Bu çalışmada soğuk haddelemeden çıkan bobinlerin doğal taşınımla soğumasını modellemek için sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak zamana bağlı termal analiz oluşturulmuş, oluşturulan modelin validasyonu için de deneyler yapılmıştır. Üç bobin için deney ve termal analiz sonuçlarının uyumlu olduğu gözlemlenmiştir. Sonlu elemanlar yöntemi kullanıldığı için Fluent'de sonlu hacimler yöntemine göre oluşturulan modellerden daha kısa sürede sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmadan yola çıkarak verilecek öneriler şunlardır:

- Farklı sıcaklık ve çevre sıcaklıkları için Churchill ve Chu (1975)'nun deneylerle bulduğu denklem kullanıldığında sonuçların uyumu karşılaştırılabilir.
- Aynı ağırlığa sahip farklı kalınlıktaki bobinlerin aynı çevre sıcaklığında doğal taşınımla soğuma sürelerinin kalınlığa bağlı olarak nasıl değiştiği araştırılabilir.

KAYNAKLAR

Ashjaee, M., Yazdani, S., Bigham, S., & Yousefi, T. (2012). Experimental and numerical investigation on free convection from a horizontal cylinder located above an adiabatic surface. *Heat Transfer Engineering*, *33*(3), 213–224.

Atayılmaz, Ş. Ö. (2011). Experimental and numerical study of natural convection heat transfer from horizontal concentric cylinders. *International Journal of Thermal Sciences*, *50*(8), 1472–1483.

Çengel, Y. A., Cimbala, J. M., & Engin, T. (2008). *Akışkanlar mekaniği: temelleri ve uygulamaları*. Güven Kitabevi.

Chouikh, R., Guizani, A., el Cafsi, A., Maalej, M., & Belghith, A. (2000). Experimental study of the natural convection flow around an array of heated horizontal cylinders. *Renewable Energy*, *21*(1), 65–78.

Churchill, S. W., & Chu, H. H. S. (1975). Correlating equations for laminar and turbulent free convection from a horizontal cylinder. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *18*(9), 1049–1053.

Dash, M. K., & Dash, S. K. (2019). 3D numerical study of natural convection heat transfer from a hollow horizontal cylinder placed on the ground. *International Journal of Thermal Sciences*, *140*, 429–441.

Kuehn, T. H., & Goldstein, R. J. (1980). Numerical solution to the Navier-Stokes equations for laminar natural convection about a horizontal isothermal circular cylinder. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *23*(7), 971–979.

Lin, K. C., Bhosale, Y., & Huang, C.-Y. Z. (2017). 3D-CFD investigation into free convection flow above a heated horizontal cylinder: Comparisons with experimental data. *Applied Thermal Engineering*, *120*, 277–288.

Park, S.-J., Hong, B.-H., Baik, S. C., & Oh, K. H. (1998). Finite element analysis of hot rolled coil cooling. *ISIJ International*, *38*(11), 1262–1269.

Rath, S., & Dash, S. K. (2019a). Numerical investigation of natural convection heat transfer from a stack of horizontal cylinders. *Journal of Heat Transfer*, *141*(1).

Rath, S., & Dash, S. K. (2019b). Numerical investigation of natural convection heat transfer from a stack of horizontal cylinders. *Journal of Heat Transfer*, *141*(1).

Reymond, O., Murray, D. B., & O'Donovan, T. S. (2008). Natural convection heat transfer from two horizontal cylinders. *Experimental Thermal and Fluid Science*, *32*(8), 1702–1709.

Seiichi, N., & Takuro, O. (1975). Heat transfer from a horizontal circular wire at small reynolds and grashof numbers—II: Mixed convection. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *18*(3), 397–413.

Wang, P., Kahawita, R., & Nguyen, T. H. (1990). Numerical computation of the natural convection flow about a horizontal cylinder using splines. *Numerical Heat Transfer*, *17*(2), 191–215.

Yamamoto, S., Niiyama, D., & Shin, B. R. (2004). A numerical method for natural convection and heat conduction around and in a horizontal circular pipe. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, *47*(26), 5781–5792.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Agricultural problems, natural resources and environmental threats in terms of global food crisis and sustainable agriculture

Şükrü ACAR (ORCID: *0000-0002-9817-1419*)

Selcuk University, Sarayönü Vocational School, Food Technology, Konya, Türkiye

*Corresponding author e-mail: sukruacar@gmail.com

Abstract

Agricultural production is usually done to meet food and energy needs. Photosynthesis is a process in which green plants utilize the energy of sunlight to manufacture carbohydrates from carbon dioxide and water in the presence of chlorophyll. Because humans and animals cannot synthesize their own nutrients, photosynthesis is the most important chemical process that is a vital precaution. Today, there are serious problems in world food supply. Rapidly growing world population and rising biofuel consumption are fueling both food and biofuel demand. Biofuels, namely biodiesel and bioethanol, increase the use of food products to produce, nutrition and ethical concerns. The rational use of land, water and energy resources that are vital for humanity is becoming more and more important. Extensive use of vegetable oils in the biodiesel production may cause other significant problems such as starvation in developing countries. The aim of sustainable agriculture is to meet the food and textile needs of the society without compromising the ability of future generations to meet their own needs. Agriculture is the process of cultivating some plants and producing food, nutritional products, fiber and other desirable products through domestic breeding.

Keywords: Agricultural problems; Land use; Food; Organic farming materials; Natural sources; Environmental threats

INTRODUCTION

As the world population continues to grow geometrically, there is great pressure on arable land, water, energy and biological resources to ensure adequate nutrition while maintaining the integrity of the ecosystem.

Agriculture is one of the main components of the sustainability of human civilization. With today's advanced technology, agriculture's production is slowly shifting to producing safe commodities for society, the environment and the environment. Agricultural production is usually done to meet food and energy needs. More than 99% of the world food supply comes from the soil, less than 1% comes from the oceans and other water habitats (Pimentel D, et al., 1996; Pimentel D, et al., 2006)). In particular, about 87% of the world's fresh water is consumed or used by agriculture and is therefore not recovered (Pimentel D, 2006; Pimentel D et al., 2013).

Today, there are serious problems in world food supply. The rapidly increasing world population and rising fossil fuel consumption are increasing demands for both food and biofuels. This will exaggerate food and fuel problems. The human population is faced with severe food stress and malnutrition. Producing biofuels is necessary both for fossil energy and for food resources, which will intensify conflicts between these sources. The use of food products such as corn grain to produce ethanol increases nutritional and ethical concerns. Nearly 60% of the world's people are malnourished, so the need for grain and other basic foods is critical. The products grown for fuels derive land, water and energy resources that are vital for food production for humans (Wilson et al., 1974; Adsavakulchai et al., 2004; Lal, 2005; Pimentel et al., 2008; Kirtay, 2009).

Soil use as an impact category is an important parameter for biomass energy. This impact category defines the environmental impact of soil use for human activities. In particular, the category of land use sees natural land as a resource and assumes that the occupation of land and the management of it leads to the consumption of the resource. Natural land can now be defined as the addition of undisturbed soil by human activities and remaining natural soil fractions in use.

Agricultural issues

Agriculture is the process of cultivating some plants and producing food, nutritional products, fiber and other desirable products through domestic breeding. Agriculture is the cultivation and breeding of animal, plant and fungus for food, fiber, biofuels, medical plants and breeding for other products used to sustain and enhance human life.

Agricultural productivity is measured as the proportion of agricultural outputs of agricultural inputs. It can also be measured by a measure called total factor productivity. Agricultural production data refers to the crop and animal production available for human consumption and animal feed. The chemical basic of agricultural production depends on photosynthesis process.

Sustainable food production is a critical objective to meet the challenges facing agriculture worldwide. Advanced natural resource management policies, climate and energy policies, bio-security systems, property rights and innovations in collective action are a high-level focus.

Agricultural food production and water management have increasingly become global issues that cause debate on a number of fronts. The decline of soil and water resources, including the depletion of aquifers, has been observed in recent decades, and the effects of global warming on agriculture and agriculture are still not fully understood against global warming (Quinn et al., 2014; Talebi et al., 2014; Demirbas, 2009; Demirbas, 2007).

Photosynthesis as a source of life

Photosynthesis is an electrochemical event formed transformed into light energy into chemical energy. The origin of all carbon fuels or biomasses, which constitute the most important event in the formation of all foods and bio-fuels according to Eqs. (1 and 2).

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{Micro-electrochemical cell}]{\text{Sunlight, chlorophyll}} CH_2O + O_2 \qquad (1)$$

$$6CH_2O \xrightarrow{\text{Polymerization}} C_6H_{12}O_6 \qquad (2)$$

Photosynthesis is an important biochemical process and some bacteria convert the energy of sunlight to to produce foods as chemical energy sources. Photosynthetic micro-organisms living in saline or freshwater environments convert sunlight water and carbon dioxide to algal biomass (Chisti, 2007; Quinn et al., 2014; Talebi et al., 2014). Photosynthesis is a process in which green plants utilize the energy of sunlight to manufacture carbohydrates from carbon dioxide and water in the presence of chlorophyll. Because humans and animals cannot synthesize their own nutrients, photosynthesis is the most important chemical process that is a vital precaution.

Land use, water use, environmental treats and ecosystem diversity

Land use is an indication of impact. The effects on land use are related to the land area used and physical land use. In particular, there are biodiversity, potential for biotic production, soil fertility and use value, and ecological soil function. Land use to produce food and bioenergy in a well-established infrastructure creates an environmentally friendly effect. Land use affects the causes of eco-products.

The use of food products such as vegetable oil and corn grain to produce biodiesel and ethanol increases nutritional and ethical concerns. Nearly 60% of the people in the world are in need of nutrition and the need for cereals and other basic foods is critical. The products grown for fuels derive soil, water and energy resources that are vital for food production for humans.

Between fuel and fuel, there is a dilemma in the production of liquid biofuels that damages food supply on a global scale, with the risk of changing direction of agricultural products or products. There is a disagreement about how important it is, what causes it, what the effect is, and what needs to be done or done. Biofuel production has increased in recent years. Some products such as corn, sugar cane and vegetable oil can be used

either as food, feed or biofuels. For example, vegetable oils have recently become more attractive as they are made from environmental benefits and renewable sources.

Vegetable oils are a renewable and potentially inexhaustible source of energy and the energy content is diesel fueled. The use of soybeans as a potential biofuel source is cropland competition with food production. On the other hand, extensive use of vegetable oils in the biodiesel production may cause other significant problems such as starvation in developing countries (Demirbas, 2009; Demirbas, 2007).

Many problems related to bioenergy have been ignored by scientists and policy makers. The environmental impact of corn ethanol is enormous: (1) corn production causes more soil erosion than other grown crops; (2) 1,700 gallons of water are required to produce 1 gallon of corn ethanol; (3) During production, during fermentation and when exposed to soil, exposing the organic matter of the soil and leaving it in large quantities, large amounts of carbon dioxide are produced in enormous quantities during the production of corn ethanol by fossil energy. In addition, conversion of cultivated areas for biofuel production contributes to the release of greenhouse gases. (4) All this accelerates global warming; (5) Using corn for ethanol increases the price of other foods linked to manufacturing or corn and animal nutrition (Pimentel et al., 2008; Demirbas, 2009; Demirbas, 2007).

The environmental effects of the irrigation are the effects on the natural and social conditions in the quantity and quality of soil and water resulting from the irrigation, and at the end and downstream of the irrigation scheme. Irrigated farming depends on the surface of the water or the materials taken from the ground water. Irrigation agriculture is an indispensable component of any strategy to increase global food supply. Improving the environmental performance of irrigated agriculture is important for long-term sustainability. Irrigation projects and irrigated farming practices can affect the environment in various ways. The environmental impact of irrigation systems depends on the quality of the water source, the quality of the water, and how the water is fed to the irrigated soil. The appropriateness of the management of water treatment systems and the relevant agricultural practices has a dramatic impact on the environmental impact of irrigated agriculture (Demirbas, 2007; Demirbas, 2011; Demirbas, 2011).

The ecosystem diversity of fuel applications provides many environmental, economic and consumer benefits. The use of plant residues for bio-energetic production should be critically assessed due to soil carbon sequestration, soil quality maintenance and positive effects on ecosystem functions (Lal, 2005; Demirbas, 2007; Demirbas et al., 2009; EER, 2007).

Energy plants include fast-growing trees such as hybrid poplars, black grasshoppers, willow and silver maple trees, such as corn, sweet sorghum and long-lasting grasses such as switchgrass. The biomass can be converted into modern energy carriers such as bioenergy, hydrogen, methanol, ethanol or electricity, both residues and energy plants.

The impact of energy efficiency on habitat and ecosystem diversity depends not only on previous land use and planting, but also on the quality of the energy plant. The role of energy depletion can play a role in the context of sustainable development, such as the use of bioethanol, and as a potential impact on biodiversity and more relevant research is needed (Adsavakulchai, 2004).

Conflicts exist today in the use of land, water, energy and other environmental resources needed for both food and biofuel production. Bioenergy resources can be divided into two broad categories: (1) organic municipal waste and residues from the food and materials sectors and (2) special energy plants.

Today, there are serious problems in world food supply. Rapidly growing world population and rising biofuel consumption are fueling both food and biofuel demand. This is exaggerating food and fuel problems. The use of food products such as corn grain to produce ethanol increases nutritional and ethical concerns. The products grown for fuels are draining land, water and energy resources that are vital for food production for human consumption. Using corn for ethanol increases the price of US beef, poultry, pork, eggs, bread, grains and milk by more than 10 to 30% (Pimentel et al., 2008; EPA, 2002; Demirbas, 2007; Demirbas et al., 2009; EER, 2007).

Today, there are serious problems in world food supply. Rapidly growing world population and rising biofuel consumption are fueling both food and biofuel demand. Biofuels, namely biodiesel and bioethanol, increase the use of food products to produce, nutrition and ethical concerns. The rational use of land, water and energy resources that are vital for humanity is becoming more and more important (Pimentel et al., 2008; EPA, 2002; Demirbas, 2007; Demirbas et al., 2009; EER, 2007; Chisti, 2007; Quinn et al., 2014; Talebi et al., 2014).

The aim of sustainable agriculture is to meet the food and textile needs of the society without compromising the ability of future generations to meet their own needs. Sustainable agriculture has three main objectives: a healthy environment, economic profitability and social equity. Food processors, distributors, retailers, consumers and waste managers play a role in ensuring a sustainable agricultural system in the food system. Main objectives of a sustainable agriculture system are given in Fig. 1.

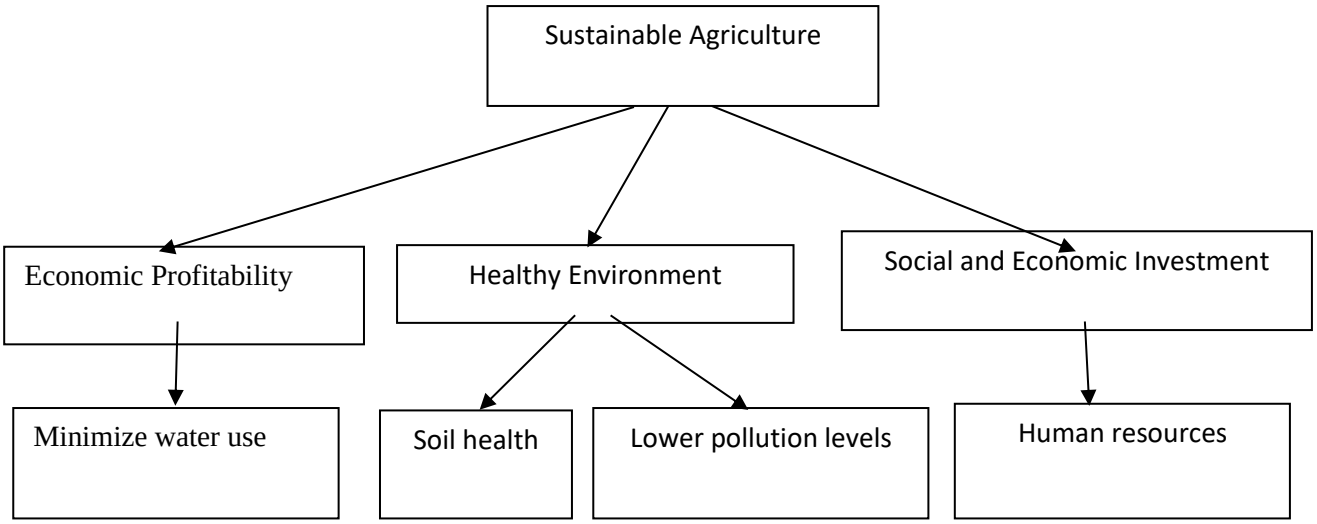


Fig. 1. Main objectives of a sustainable agriculture system.

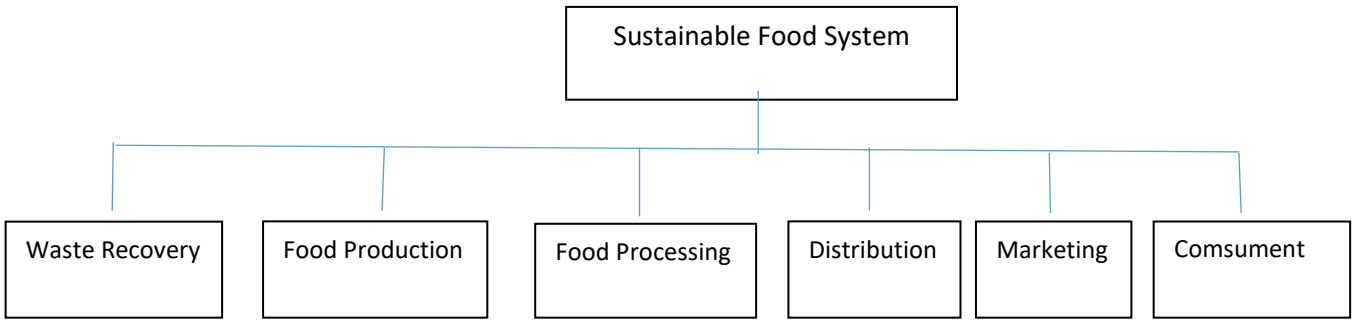


Fig. 2. Main elements of a sustainable food system.

Everyone plays a role in creating a sustainable food system. A sustainable food system contains six main elements:

1. Waste recovery from crude food materials.
2. Food Production
3. Food Processing
4. Food Distribution
5. Food Marketing
6. Food Comsumption

Fig. 2 shows six main elements of a sustainable food system. The world's agricultural system is opposed by a multi-purpose and balanced struggle. To meet different human needs, it should produce far more food for a population expected to reach 9.6 billion by 2050, provide economic opportunities for hundreds of millions of rural poor dependent on livelihoods for agriculture, and reduce negative environmental impacts. Ecosystem degradation and high greenhouse gas emissions should be reduced to the lowest possible level (Demirbas, 2004; Demirbas, 2006; Demirbas 2011).

CONCLUSION

Agricultural issues, natural resources and environmental threats are imported for human life. Food and agriculture is the heart of our civilizations. Many religions and cultures celebrate various aspects of food and agriculture due to the importance of our continuity. Natural resources, land and water use are vital precautions. The drought that is likely to happen in the future leads the people to take measures and find new remedies. The social, economic and political principles of an country should include the best possible solutions for the future. Humanity has to take the necessary precautions in terms of productive agriculture, rational land use, economic water and natural resources usage and negative environmental factors without losing time. It is urgent to organize international protocols and comply with common decisions in these areas.
The research will include analyzes that can help prevent and isolate future food and nutritional safety threats and ensure that scarce budgetary resources are directed to development priorities that provide the highest impact.

REFERENCES

Adsavakulchai S, Minns D, Chan A. Assessing the interaction of vegetation diversity and landuse using remote sensing: An example in Southeastern Ontario, Canada. Environ Inform Archives 2004;2:499-508.
Chisti Y. Biodiesel from microalgae. Biotechnol Adv 2007;25:294–306
Demirbas A. Political, economic and environmental impacts of biofuels: A review. Applied Energy 2009;86:2627-2636.
Demirbas, A. 2007. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy 35:4661-4670.
Demirbas A. Biodiesel from oilgae, biofixation of carbon dioxide by microalgae: A solution to pollution problems. Applied Energy 2011;88:3541-3547.
Demirbas A. Competitive liquid biofuels from biomass. Applied Energy 2011;88:17-28.
Demirbas AH, Demirbas I. Importance of rural bioenergy for developing countries. Energy Convers Manage 2007;48:2386-2398.
Demirbas A. Social, economic, environmental and policy aspects of biofuels. Energy Educ Sci Technol Part B 2009;1:75-109.
Demirbas A. Bioenergy, global warming and environmental impact. Energ Sources. 2004;26:225-236.
Demirbas A. Hazardous emissions, global climate change and environmental precautions. Energy Sources Part B 2006;1:75–84.
Demirbas A. Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. Energy Convers Manage 2011;52:1280-1287.
Energy and Environment Report (EER), World Energy Council Turkish National Committee, Ankara, 2007.
EPA (US Environmental Protection Agency). A comprehensive analysis of biodiesel impacts on exhaust emissions. Draft Technical Report, EPA420-P-02-001, October 2002.
Lal R. World crop residues production and implications of its use as a biofuel. Environ Int 2005;31:575–584.
Kirtay, E. 2009. World's population and energy demand. Soc Politic Econ Cul Res 1:145-169.
Pimentel D, Pimentel M. Food, Energy and Society. Niwot, CO: Colorado, University Press, 1996.
Pimentel D, Petrova T, Riley M, Jacquet J, Ng V, Honigman J, Valero E. Conservation of Biological Diversity in Agricultural, Forestry, and Marine Systems. In Focus on Ecology Research; Burk, A.R., Ed.; Nova Science Publishers: New York, NY, USA, pp. 151–173, 2006.
Pimentel D. Soil erosion: A food and environmental threat. Environ Develop Sustain 2006;8:119-137.
Pimentel D, Burgess M. Soil Erosion Threatens Food Production. Agriculture 2013;3:443-463.

Pimentel D, Marklein A, Toth MA, Karpoff M, Paul GS, McCormack R, Kyriazis J, Krueger T. Biofuel ımpacts on world food supply: Use of fossil fuel, land and water resources. Energies 2008;1:41-78.

Quinn JC, Smith TG, Downes CM, Quinn C. Microalgae to biofuels lifecycle assessment Multiple pathway evaluation. Algal Res 2014;4:116–122.

Talebi AF, Tabatabaei M, Chisti Y. Biodiesel Analyzer: a userfriendly software for predicting the properties of prospective biodiesel. Biofuel Res J 2014;2:55-57.

Wilson R, Jones W. Energy, Ecology and the Environment. Academic Press, New York, 1974.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Feedback Control over the Firing Activity of Small Neural Populations in Wilson-Cowan Model

Sergey Borisenok[1,2*](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1992-628X*)

*[1]Department of Electrical and Electronics Engineering, Faculty of Engineering,
Abdullah Gül University, Kayseri, Türkiye
[2]Feza Gürsey Center for Physics and Mathematics, Boğaziçi University, Türkiye

*Corresponding author e-mail: sergey.borisenok@agu.edu.tr

Abstract
The Wilson-Cowan system models excitatory and inhibitory sets of cortical cells in neural populations. As a result of a long evolution, it had many modifications, and a variety of applications. Especially productive this model became in the description of the hyper-synchronization in neural clusters, starting from the small-scale populations, comparable with the scale of the cortical mini-columns, up to the large regions of the epileptic seizures. In the proposed work we develop the Kolesnikov algorithm-based feedback for the simplified differential form of the Wilson-Cowan model to drive the dynamical functions of the excitatory or/and inhibitory cells. We derive the explicit equation for the tracking feedback control input, and discuss the pros and cons of our approach in comparison with alternative control algorithms. It helps to model the dynamics mechanism of many phenomena: focal seizures appearing in the cortical mini-columns, drug-resistant types of seizures, and others. The feedback control in the Wilson-Cowan model can serve for developing an efficient but simple approach to detect and suppress epileptiform behavior in artificial neural networks.

Keywords: Excitatory and inhibitory neurons, Wilson-Cowan differential model, tracking of neural population dynamics, Kolesnikov feedback algorithm.

INTRODUCTION

The Wilson-Cowan system for modeling excitatory and inhibitory sets of cortical cells in the neural populations had a long pre-history based on the progress in the development of neural field theory (Chow and Karimipanah, 2019). In its standard form, it has been formulated in (Wilson and Cowan, 1972; 1973), and the first of these publications became one of the most cited in the *Biological Cybernetics* (former *Kybernetik*) journal (Destexhe and Sejnowski, 2009).

As a result of a long evolution, the Wilson-Cowan system had many modifications, like graded potential models, spike response formalism, mean-field theory (Chow and Karimipanah, 2019), and a variety of applications, including modeling drug-induced visual hallucinations, mechanisms of long-time memory, binocular rivalry and many others (Wilson and Cowan, 2021).

Especially productive this model became in the description of the hyper-synchronization in neural clusters, starting from the small-scale populations, comparable with the scale of the cortical mini-columns (Wang et al, 2014), up to the large regions of the epileptic seizures (Shusterman and Troy, 2008).

Nevertheless, the theoretical progress in the description of hyper-synchronization still possesses great lack. Application to modeling epilepsy demands to invent methods for detecting and suppressing the seizure dynamics, and for that one need to develop efficient algorithms for control over the firing activity of excitatory and inhibitory neurons.

In this work, we develop the Kolesnikov algorithm-based feedback for the simplified differential form of the Wilson-Cowan model to drive (i.e., in the terms of control theory to *track*) the dynamical functions for the excitatory or/and inhibitory cells. We derive the explicit equation for the tracking feedback control input and discuss the pros and cons of our approach in comparison with alternative control algorithms.

MODEL AND CONTROL METHODS

The original model of Wilson-Cowan deals with a small homogeneous neural population where all cells receive the same number of excitatory and inhibitory afferents. The number of excitatory and inhibitory neurons firing at the time t are denoted as $E(t)$ and $I(t)$ correspondingly.

The Wilson-Cowan model has integral formulation, but if the time coarse-graining is assumed, it may be simplified to the differential form (Wilson and Cowan, 1972; 1973) which we use here.

Mathematical Model

The Wilson-Cowan simplified model consists of the system of two coupled ODEs (Wilson and Cowan, 1972):

$$\begin{aligned} \tau_E \frac{dE}{dt} &= -E + S\left(C_{EE}E + C_{IE}I + P + A(t)\right); \\ \tau_I \frac{dI}{dt} &= -I + S\left(C_{EI}E + C_{II}I + Q\right). \end{aligned} \tag{1}$$

Here τ_E and τ_I are the refractory time scales after the trigger, and the positive constant set C_{ij} ($i,j = E,I$) represents the coupling between the E and I sub-populations with the basic activity levels P and Q correspondingly. We added also the control input $A(t)$ to the excitatory population.

The sigmoid function $S(x)$ depends on the trigger threshold distribution. It can be chosen in a few alternative forms, for instance as a hyperbolic tangent. Here we use the most common version:

$$S(x) = \left[1 + \exp\{-a \cdot (x - \theta)\}\right]^{-1}. \tag{2}$$

The inverse function to (2) is:

$$S^{-1}(y) = \theta - \frac{1}{a}\ln\left(\frac{1}{y} - 1\right). \tag{3}$$

Following (Wang et al, 2014), we chose the steepness of the sigmoid (2) as $a = 1$, and its offset: $\theta = 4$.

Control Methods

The existence of the control input $A(t)$ in RHS(1) allows to the application of different control algorithms to track the populations of E and I neurons, i.e. to drive them as target functions versus time t. In some works one can find the elements of the open-loop control, see, for instance, (Korkmaz, 2022). On another side, we also experienced applying the feedback control algorithms to drive the dynamics of small populations for Hodgkin-Huxley neurons (Borisenok and Ünal, 2017; Borisenok, Çatmabacak, Ünal, 2018).

Here we follow the feedback approach and define at first the target function for the tracking. Let's take it as the target (T) population for the excitatory neurons as a given function of time: $E_T(t)$. We form the observing function:

$$\psi_E(t) = E(t) - E_T(t). \tag{4}$$

We emphasize that the control goal is namely *tracking*, such that the target population E_T is a time-dependent function! To lock the behavior of E in the neighborhood of E_T exponentially fast, i.e. to form the target attractor in the system, we use the Kolesnikov 'synergetic' feedback (Kolesnikov, 2012):

$$\frac{d\psi_E}{dt} = -\frac{\psi_E}{\tau}, \tag{5}$$

with some control time scale τ.

To find the control input A, we substitute (4) to (5) and express the derivative dE/dt as:

$$\tau_E \frac{dE}{dt} = \tau_E \frac{dE_T}{dt} - \frac{\tau_E}{\tau}\left(E - E_T\right). \tag{6}$$

Eq.(6) coincides with the LHS of the first equation in (1). By that, we can exclude the time derivative dE/dt in (1) and via the inverse function (3) find the explicit form of the control input:

$$A = \theta - \frac{1}{a}\ln\left(\left[\tau_E \frac{dE_T}{dt} - \frac{\tau_E}{\tau}\left(E - E_T\right) + E\right]^{-1} - 1\right) - C_{EE}E - C_{IE}I - P\,. \tag{7}$$

The control (7) making the tracking (4) has no memory: all time-dependent functions in its RHS are taken only for the present moment *t*.

Achievability of the Control Goal

Eq.(5) provides the exponential convergence of the function $E(t)$ to the control target $E_T(t)$. At the time scale τ the control input (7) virtually becomes:

$$A = \theta - \frac{1}{a}\ln\left(\left[\tau_E \frac{dE_T}{dt} + E_T\right]^{-1} - 1\right) - C_{EE}E_T - C_{IE}I - P\,. \tag{8}$$

That makes the second Eq.(1) for $I(t)$ to be in fact autonomic, and the target $E_T(t)$ plays a role of the control signal driving the inhibitory population function:

$$\tau_I \frac{dI}{dt} = -I + S\left(C_{EI}E_T + C_{II}I + Q\right). \tag{9}$$

In a similar manner to (4)-(5), we can define the target function ψ_I for the inhibitory tracking.

RESULTS AND DISCUSSION

Applying the Kolesnikov attractor feedback one can efficiently drive the dynamics of excitatory and inhibitory populations in small-scale neural clusters. Nevertheless, each control method has its pros and cons. The strong feature of the Kolesnikov feedback (Kolesnikov, 2012) is the exponentially fast convergence of the algorithm. From another hand, the explicit equation (7) for the control input is quite sophisticated and causes a certain computational cost.

An alternative approach can be based on the Fradkov speed gradient and similar gradient algorithm methods (Fradkov, 2007). Such type of algorithms works successfully for Hodgkin-Huxley neurons (Borisenok and Ünal, 2017). The Fradkov method provides a much more simple form for the control signals, but in the same time it may have a systematic error in the target tracking, such that the precision of the method is lower than it is in the Kolesnikov feedback.

Thus, the choice between control methods is actually the practical choice between the accuracy and simplicity of the numerical simulations. Particularly for the Wilson-Cowan model it will be investigated further.

CONCLUSION

The possibility of feedback control over the firing activity of the excitatory and inhibitory cells in small neural populations plays an important role in many practical applications of the Wilson-Cowan dynamical system (1). It helps to model the dynamics mechanism of focal seizures appearing in the cortical mini-columns (Wang et al, 2014). It can extend the opportunity of modeling drug-resistant types of seizures.

In other words, the feedback control in the Wilson-Cowan model can serve for developing an efficient but simple approach to detect and suppress the epileptiform behavior in the artificial neural networks, similar to what has been done for the small populations of Hodgkin-Huxley neurons (Borisenok, Çatmabacak, Ünal, 2018).

The dynamical system (1) is more simple (two variables versus four variables in the Hodgkin-Huxley approach) and, thus, it demands fewer computational sources to model the micro-epileptic dynamics.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Abdullah Gül University Foundation, Project “Feedback control of epileptiform behavior in the mathematical models of neuron clusters”.

REFERENCES

Borisenok S, Çatmabacak Ö, Ünal Z 2018. Control of collective bursting in small Hodgkin-Huxley neuron clusters. Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A2-A3: 60, 21-30.

Borisenok S and Ünal Z 2017. Tracking of arbitrary regimes for spiking and bursting in the Hodgkin-Huxley neuron. MATTER: International Journal of Science and Technology, 3: 560-576.

Chow CC and Karimipanah Y 2019. Before and beyond the Wilson-Cowan equations. Available at: arXiv:1907.07821v2 [q-bio.NC] 31 Jul 2019.

Destexhe A and Sejnowski TJ 2009. The Wilson-Cowan model, 36 years later. Biological Cybernetics, 101(1): 1-2.

Fradkov AL 2007. Cybernetical Physics: From Control of Chaos to Quantum Control. Berlin, Heidelberg: Springer.

Kolesnikov A. 2012. Synergetic Control Methods of Complex Systems. Moscow: URSS Publ.

Korkmaz N 2022. Rotasyon kontrollü Wilson-Cowan nöron modeli ve donanım gerçekleştirimi. NOHU Journal of Engineer Sciences, 11(1): 077-083.

Shusterman V and Troy WC 2008. From baseline to epileptiform activity: a path to synchronized rhythmicity in large-scale neural networks. Physical Review E, 77(6): 061911.

Wang Y, Goodfellow M, Taylor PN, Baier G 2014. Dynamic mechanisms of neocortical focal seizure onset. PLOS Computational Biology, 10(8): e1003787.

Wilson HR and Cowan JD 1972. Excitatory and inhibitory interactions in localized populations of model neurons. Biophysical Journal, 12(1): 1-24.

Wilson HR and Cowan JD 1973. A mathematical theory of the functional dynamics of cortical and thalamic nervous tissue. Kybernetik, 13(2): 55-80.

Wilson HR and Cowan JD 2021. Evolution of the Wilson-Cowan equations. Biological Cybernetics, 115: 643-653.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Investigation of the contamination degrees' effects on geotechnical properties of kaolin clay contaminated with waste engine oil by Grey correlation analysis

Veysel Özlü[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0330-3923*), Müge Elif Orakoğlu Fırat[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5391-5859*)

[*1]Firat University, Technology Faculty, Civil Engineering Department, Elazig, Türkiye.
[2] Firat University, Technology Faculty, Civil Engineering Department, Elazig, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: veyselozlu98@gmail.com

Abstract

Due to the increasing population, the development of contaminated areas has become increasingly popular during the urbanization process. Pollutions in these regions are mainly caused by mining, metal industry, and oil extraction, which not only degrades the environmental quality of the soils but also changes the geotechnical properties of these soils. The sensitivity of clays to pollutants is affected by factors such as mineral structure, particle size, bond properties between particles, and ion exchange capacity. In this study, determination the effects of engineering designs made in kaolin areas contaminated with waste engine oil in geotechnical engineering were aimed. For this aim, the effects of contamination of kaolin clay with waste engine oil at different rates on the physical parameters (Atterberg limits, specific gravity, and compaction) and unconfined compression strength were investigated. The results showed that specific gravity and optimum moisture content values decreased as the waste engine oil ratio increased. Also, the plastic limit increased with an increase in the waste engine oil ratio. There is an increase in the liquid limit with the addition of waste engine oil, although not as much as the plastic limit. In this study, the UCS strength of pure kaolin had the highest value with a strength of 253.80 kPa, while it decreased by 50.16%, 42.42% and 34.33% in kaolin contaminated with 3%, 5%, and 9% engine oil, respectively. The effects of increased waste engine oil content on other parameters were investigated by Grey correlation analysis and according to the results, the peak value of unconfined compression strength (UCS_{max}) > specific gravity (Gs) > optimum moisture content (OMC) > plasticity index (PI) > liquid limit (LL) > maximum dry density (MDD) was obtained.

Keywords: Kaolin clay, Contamination with engine oil, Physical properties, Unconfined compression strength

INTRODUCTION

With the rapid development of the oil and automotive industry, environmental pollution has attracted a lot of attention in recent years. Petroleum and refining products (gasoline, diesel, motor oil, kerosene, etc.) are the main sources used for energy needs in the transportation and industrial sectors. For the lubrication needs of numerous automotive and other types of engines, engine oil is employed. During such use, engine oil receives a number of additional components (lead, chromium, naphthalene, chlorinated hydrocarbons, sulfur) resulting from engine wear. Oil changes become required as a result of the oil's changing viscosity over time. Such oils, which are unsuitable due to contamination after use and not suitable for their original purpose, must be disposed of properly. If collected securely and appropriately, used oils have the potential to be recovered and further refined. However, in most situations, they are disposed of in open drains or landfills, where they can contaminate groundwater. Such oils, when mixed with infrastructure soils, have a negative effect on many engineering properties such as saturation of soils with liquids characterized by physicochemical properties different from water, mechanical and filtration parameters, plasticity, swelling (Xia et al., 2019; Kererat, 2019; Xu et al., 2021). Spilling into the natural environment causes hydrocarbon contamination of air, soil and groundwater by toxic and mutagenic polycyclic aromatic hydrocarbons (Husaini et al., 2008; Du et al., 2013; Zhou and Liu, 2018; Fu et al., 2021). Re-development of areas contaminated with such genotoxic and carcinogenic products will bring along engineering problems on the grounds where infrastructure systems will be established, as well as deterioration of environmental quality and health, and will cause financial losses due to significant production losses and risky early mechanical failures.

The redevelopment of polluted areas in the rapid urbanization process brings along the use of weak soils with low strength and high deformation properties. It is frequently used as an impermeability element or protective

layer in many engineering structures such as clay soils, earth fill dams, road fillings, waste storage area mattresses, and nuclear power plants, which have a high-volume change feature. However, these soils can cause permanent damage to the building elements due to problems such as swelling, shrinkage, settlement, and swell due to changes in water content over time. The properties and thus behavior of infrastructure soils change due to the change in pore water properties and interaction with the soil particle (Nayak et al., 2007; Estabragh et al., 2014; Chen et al., 2015; Safehian et al., 2018).

Kaolin clay constitutes a large proportion of the clays found naturally in Türkiye. This type of clay is categorized as a soft clay type due to behavioral changes, including a decrease in strength when exposed to water (Ghosh and Bhattacharyya, 2002). Large quantities of kaolinite minerals in these soils result in high water absorption, low bearing capacity, and significant erosion (Salimi and Ghorbani, 2020). Due to its complex and unpredictable behavior, which has led to its reputation as troublesome soil in construction projects, studies on this type of clay have mostly been concentrated on. Due to the expansion of cities and the rising trend of development, land use rules have attempted to build on a variety of soils, including low-strength soils (such as kaolin clay), during the past several years.

For this context, the main purpose of this study is to investigate and reveal these effects in engineering designs made in areas contaminated with waste engine oil in geotechnical engineering. It is aimed to investigate the effect of contamination of kaolin clay with waste engine oil at different rates on the physical (Atterberg limits, specific gravity, and compaction parameters) and unconfined compression strength of kaolin clay.

MATERIALS AND METHODS

Kaolin is formed as a result of chemical weathering of granite or volcanic rocks. Their colour changes according to the minerals in them. However, it is usually found in nature in white colour. The kaolin clay used in the experiments was obtained from the Balıkesir region and the properties of this clay are given in Table 1.

Table 1. Summary of the properties of pure soil

Properties	Values
Whiteness	%89.38
Grain Size (µm)	D50 : 1.3 <10 µm : 97.1 <2 µm : 60.8
Chemical Content	SiO_2 = %58.40 Al_2O_3 = %37.74 Fe_2O_3 = %1.86 TiO_2 = %0.63
Humidity	% 0.37
pH	6.83
Specific Gravity	2.65 g/cm^3

Hydrometer analysis was performed to determine the grain size of the clay soil. The granulometry curve obtained as a result of the experiments is as seen in Figure 1.

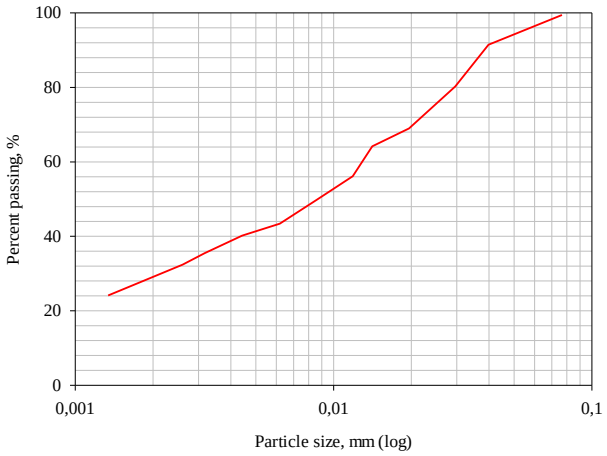


Figure 1. Granulometry curve of kaolin clay

As a result of the pycnometer tests, the specific gravity of the clay material was determined as 2.65 gr/cm³ (Table 1). Liquid and plastic limit (LL and PL, respectively) tests were carried out to determine the consistency limits of kaolin clay. The data obtained as a result of these experiments are shown in Table 2.

Table 2. Atterberg limits of the pure kaolin clay

Atterberg Limits	Value (%)
LL	26.15
PL	17.1
PI	9.05

Preparation of Specimens

The kaolin clays obtained from the Balıkesir region were mixed with waste motor oil in its pure form and at the determined increasing percentages and increasing contamination times after it was thoroughly mixed in order to show consistent results. It was exposed to contamination time of 0 day with 0%, 3%, 5% and 9% contamination percentages. First of all, kaolin clay mixed with motor oil by hand, then mixed more homogeneously with the help of a sieve (Figure 2).



Figure 2. Pure kaolin and different ratios of waste engine oil contamination

All of the soil specimens were prepared into 38 mm diameter, 76 mm high columns. The waste engine oil content was varied at different ratios by dry soil weight. The mixtures of soil-waste motor oil-water was compacted by three layers. The process of the preparation of the specimens was presented in Figure 3.



Figure 3. Preparation of the test specimens

The Unconfined Compression Strength (UCS) Test Process

In this study, the UCS test was carried out according to ASTM D2166 (2006). The unconfined compression strengths of the specimens were determined with a triaxial test machine (ELE brand) at the Firat University-Faculty of Technology-Civil Engineering Department-Soil Mechanics Laboratory. The same machine was also used for unconfined compression tests. A strain rate of 0.760 mm per minute was used to apply the load to the specimens. The loading procedure was repeated until either the specimen failed or the strain reached 20% (presented as Figure 4).



Figure 4. The UCS test process

RESULTS AND DISCUSSION

Liquid and plastic limit, pycnometer, compaction and UCS tests were carried out in accordance with the regulations for the classification and index properties of kaolin clay. The index properties obtained as a result of these experiments are as follows.

The results obtained as a result of Atterberg limit, pycnometer, compaction and unconfined compressive strength tests performed at different contamination percentages are given in Figures 5 to 9.

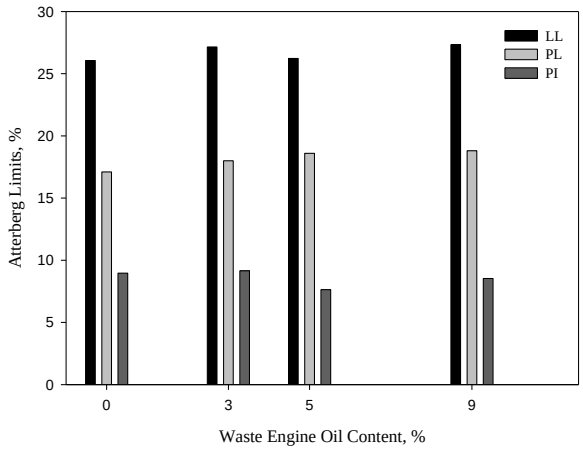


Figure 5. Atterberg limits according to waste oil content

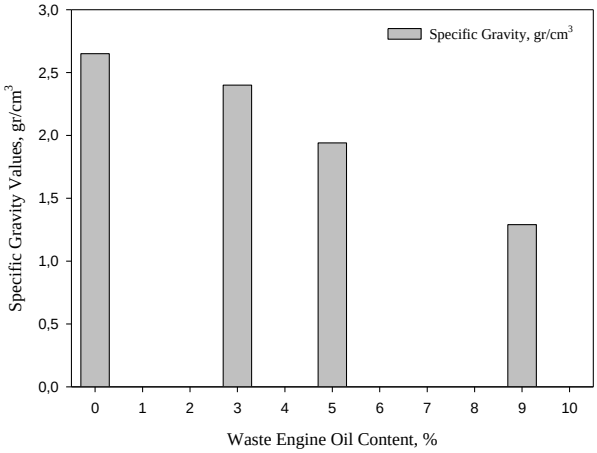


Figure 6. Specific gravity according to waste oil content

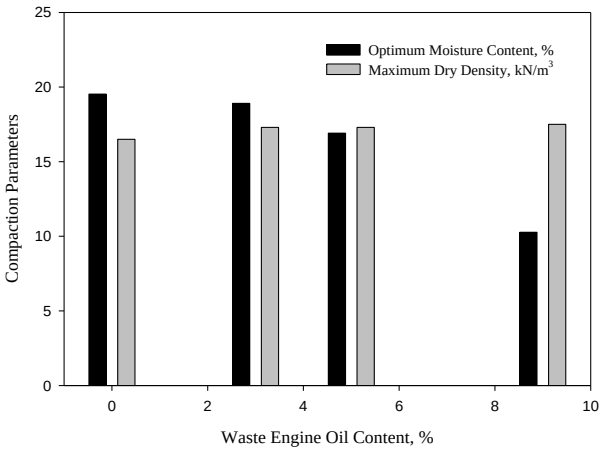


Figure 7. Compaction parameters according to waste oil content

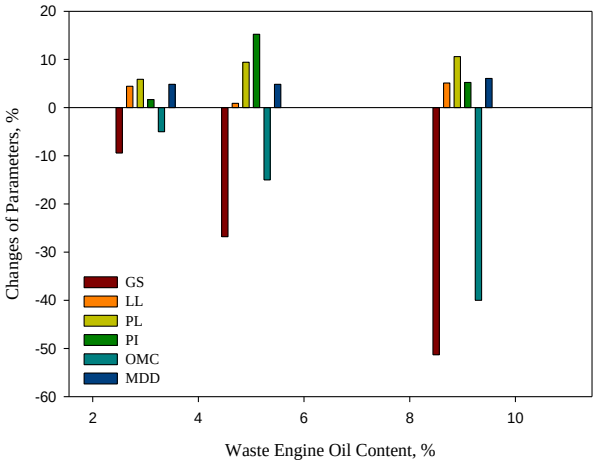


Figure 8. Changes of parameters according to waste oil content

The Effect of Contamination Degree on the Physical Properties

The specific gravity and optimum moisture content values decreased as the waste engine oil ratio increased. At maximum dry unit weight values, pure kaolin seems to be lower than when mixed with waste engine oil. While the maximum dry unit volume was found to be equal in 3% and 5% waste motor oil, a result close to other pollution rates was found in 9% waste motor oil. Liquid limit values vary between 26%-28% and plastic limit values vary between 17%-19%. Accordingly, the plasticity index is seen between 7%-10%. The plastic limit increases as the waste engine oil rate increases. For the liquid limit, the highest value is 9% waste engine oil, but the lowest value is 9% in the plasticity index. Liquid and plastic limit values of pure kaolin are at the lowest level when compared to contaminated soils with waste engine oil.

The Effect of Contamination Degree on the UCS

UCS tests were carried out on pure kaolin and 0-day contaminated soils with 3%, 5% and 9% engine oil. The results obtained depending on the contamination rate were reported by Li et al. (2022) show similar results to their study. One of the methods applied in their study is the same as the one used in this study, and the effects of engine oil on soils are seen to be close. Also, while the soil with the highest strength is pure soil, the lowest value is the soil with 3% engine oil addition. As presented by Li et al. (2022), while the pure state is the highest in the graphs showing fluctuating values, a decrease is observed in the values and then increases again. The

highest value in the engine oily soils, which do not exceed their pure state, is in the soils with 16% addition according to two different dry unit volume weight values. In this study, as engine oily soils were compared among themselves, kaolin clay with 9% engine oil added reached the highest value.

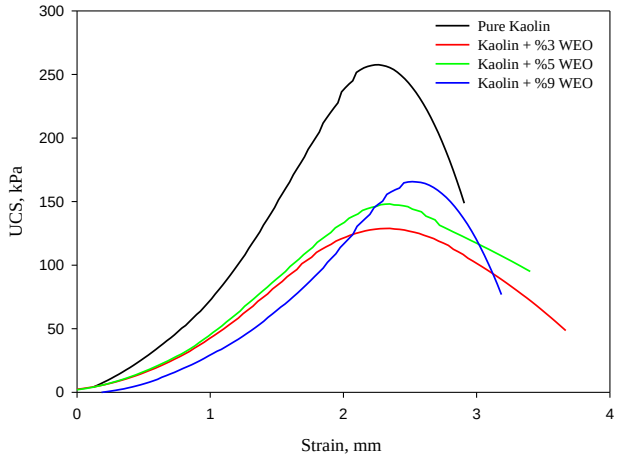


Figure 9. UCS results of different engine oil contamination

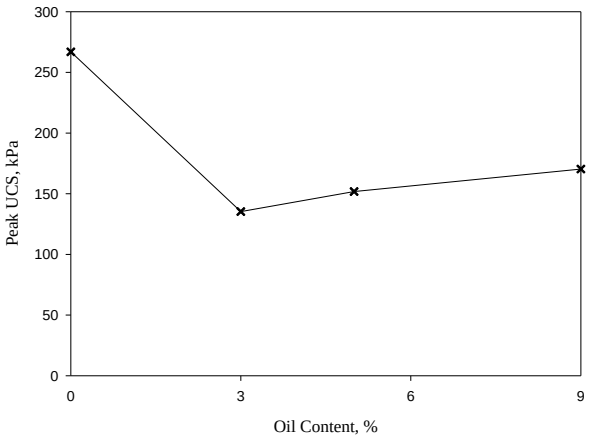


Figure 10. Peak UCS results of different engine oil contamination

Grey Correlation Analysis

Grey relational analysis is a technique for estimating grey relational degree and figuring out how much the system's primary behavior contributes to the total picture or how much the system factors impact one another (Kuo et al., 2018). To analyse the main parameters influencing the waste engine oil (WEO) content of kaolin clay, the relations between the specific gravity (Gs), peak UCS values, optimum moisture content (OMC), maximum dry density (MDD), liquid limit (LL) and plasticity index (PI) were determined by the grey correlation theory. The waste engine oil content was selected as the reference sequence and the other parameters (Gs, LL, PI, Peak UCS Value, DD, OMC) were taken as the comparison sequence. The following steps were used to obtain the Grey Relation Degree and the Grey Relation Order.

1. The reference sequence is defined as $x_0(k) = \{x_0(k_1), x_0(k_2), x_0(k_3), .., x_0(k_n)\}$ and the comparison sequence is defined as $x_i(k) = \{x_i(k_1), x_i(k_2), x_i(k_3), .., x_i(k_n)\}$.

2. To dedimensionalize the equations with different dimensions in the reference and comparison sequences, the reference and comparison sequences were computed using Eqs. (1) and (2).

$$x_0'(k) = x_0'(k) / x_0(k_1) = \left\{x_0'(k_1), x_0'(k_2), ..., x_0'(k_n)\right\} \quad (1)$$

$$x_i'(k) = x_i'(k) / x_i(k_1) = \left\{x_i'(k_1), x_i'(k_2), ..., x_i'(k_n)\right\} \quad (2)$$

where $x_0'(f_k)$ and $x_i'(f_k)$ normalized reference or comparison sequences.

3. Correlation coefficients are calculated according to Eq. (3).

$$\xi_i(k) = \frac{\min\limits_i \min\limits_k \left|x_0(k) - x_i(k)\right| + \rho \max\limits_i \max\limits_k \left|x_0(k) - x_i(k)\right|}{\left|x_0(k) - x_i(k)\right| + \rho \max\limits_i \max\limits_k \left|x_0(k) - x_i(k)\right|} \quad (3)$$

where ρ is the correlation coefficient, and taken equal to 0.50 in this study.

4. Grey Correlation (r_{0i}) can be obtained by Eq. (4):

$$r_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^{n} \xi_{0i}(k) \quad (4)$$

Results of Grey Correlation Analysis

In this study, waste engine oil content and influence parameters (specific gravity, peak UCS values, optimum moisture content, maximum dry density, liquid limit and plasticity index) presented in Table 10 were utilized as the reference sequence and comparison sequences.

The results after dedimensionalized process calculated from Eqs. (1) and (2) are shown in Table 11.

Table 11. Data after dedimensionalized process

Peak UCS	LL	PI	W_{opt}	MDD	Gs	WEO
1	0.951336	0.983607	1	0.942857	1	0
0.498408	0.993414	1	0.95	0.988571	0.90566	0.333333
0.575841	0.959751	0.83388	0.85	0.988571	0.732075	0.555556
0.656758	1	0.93224	0.6	1	0.486792	1

Then, the approach degrees ($|x_0(k) - x_i(k)|$) between the reference and comparison sequences was computed from Eq. (3) and presented in Table 12. Also, as shown in Table 12, $\min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)| = 0.486792$, $\max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)| = 1$.

Table 12. Approach degree computation results

Peak UCS	LL	PI	W_{opt}	MDD	Gs
0.820126	0.831303	0.823809	0.820126	0.833327	0.820126
0.98759	0.821596	0.820126	0.83162	0.822685	0.842497
0.951545	0.829317	0.861639	0.857163	0.822685	0.892612
0.919035	0.820126	0.835896	0.941338	0.820126	0.993485

As a result, a formula is used to calculate the grey relation degree for the reference and comparison sequences. The results were announced as follows:

$\gamma_1 = 0{,}91957386$ $\gamma_2 = 0.825585231$ $\gamma_3 = 0.835367372$
$\gamma_4 = 0.862561639$ $\gamma_5 = 0.824705707$ $\gamma_6 = 0.887179825$

According to the results, the Grey correlation sequence of different parameters was obtained as Peak UCS > Gs > Wopt > PI > LL > MDD. The common interpretation of all waste motor oil contamination in the literature review is that the specific gravity and optimum water content decrease as the waste oil content increases (Akinwumi et al, 2014; Hewayde et al. 2019). Also, unconfined compression strength decreased with waste engine oil increased. It is therefore no unexpected that specific gravity, optimum water content and unconfined compression strength share the top three positions.

CONCLUSIONS

Due to the increasing population, the development of contaminated areas has become increasingly popular during the urbanization process. Pollutions in these regions are mainly caused by mining, metal industry, and oil extraction, which not only degrades the environmental quality of the soils but also changes the geotechnical properties of these soils. The sensitivity of clays to pollutants is affected by factors such as mineral structure, particle size, bond properties between particles, and ion exchange capacity.

The physical properties and unconfined compression strengths of the pure kaolin clay and soil polluted with waste engine oil at different ratios for 0 days were determined. According to this:

- The specific gravity and optimum moisture content values decreased as the waste engine oil ratio increased.
- At maximum dry unit weight values, pure kaolin seems to be lower than when mixed with waste engine oil.
- The plastic limit increases as the waste engine oil rate increases. For the liquid limit, the highest value is 9% waste engine oil, but the lowest value is 9% in the plasticity index. Liquid and plastic limit values of pure kaolin are at the lowest level when compared to waste motor oily soils.
- There is an increase in the liquid limit with the addition of waste motor oil, although not as much as the plastic limit.
- In this study, while the soil with the highest strength is pure soil, the lowest value is the soil with 3% engine oil contamination. As engine oily soils were compared among themselves, kaolin clay with 9% engine oil contaminated reached the highest value.

• When the effects of increased waste motor oil content on other parameters were examined by Grey correlation analysis, it was found that unconfined compression strength was the most affected parameter, while maximum dry density was the least affected parameter.

ACKNOWLEDGMENT

We would like to thank TÜBİTAK for its various contributions to science and scientists.

REFERENCES

Akinwumi, I. I., Maiyaki, U. R., Adubi, S. A., Daramola, S. O., & Ekanem, B. B. 2014. Effects of waste engine oil contamination on the plasticity, strength and permeability of lateritic clay. International Journal of Scientific and Technology Research, 3(9), 331-335.

ASTM D2166, 2006. Standard test method for unconfined compressive strength of cohesive soil. Annual Book of ASTM Standards.

Chen, H., Teng, Y., Lu, S., Wang, Y., Wang, J. 2015. "Contamination Features and Health Risk of Soil Heavy Metals in China", Science of the Total Environment, 512, 143–153.

Du, Y. J., Wei, M. L., Fei, J., Liu, Z. B. 2013. "Stress–Strain Relation and Strength Characteristics of Cement Treated Zinc-Contaminated Clay", Engineering Geology, 167 (17), 20–26.

Estabragh, A. R., Beytolahpour, I., Moradi, M., Javadi, A. A. 2014. "Consolidation Behavior of Two Fine-Grained Soils Contaminated by Glycerol and Ethanol", Engineering Geology, 178, 102–108.

Fu, X. L., Zhang, R., Reddy, K. R., Li, Y. C., Du, Y. J. 2021. "Membrane Behavior and Diffusion Properties of Sand/SHMP-Amended Bentonite Vertical Cutoff Wall Backfill Exposed to Lead Contamination", Engineering Geology, 284, 106037.

Ghosh, D., Bhattacharyya, K. G. 2002. Adsorption of methylene blue on kaolinite. Applied Clay Science, 20(6), 295-300.

Hewayde, E., Eng, P., Abbas, M., & Kubba, Z. 2019. Influence of engine oil on geotechnical properties of cohesive soil. Int. J. of Engineering Research and Technology, 12(1), 33-41.

Husaini, A., Roslan, H. A., Hii, K. S. Y., Ang, C. H. 2008. "Biodegradation of Aliphatic Hydrocarbon by Indigenous Fungi Isolated from Used Motor Oil Contaminated Sites," World Journal of Microbiology and Biotechnology, 24(12), 2789–2797.

Kererat, C. 2019. "Effect of Oil-Contamination and Water Saturation On the Bearing Capacity and Shear Strength Parameters of Silty Sandy Soil", Engineering Geology, 257, 105138.

Kuo, Y., Yang, T., & Huang, G. W. 2008. The use of grey relational analysis in solving multiple attribute decision-making problems. Computers & industrial engineering, 55(1), 80-93.

Li, R., Zhang, S., Li, R., Bai, W., & Wang, L. 2022. Experimental Study on Mechanical Behaviors of Loess Based on Two Different Modes of Oil Contamination. Geofluids, 2022.

Nayak, S., Sunil, B. M., Shrihari, S. 2007. "Hydraulic and Compaction Characteristics of Leachate-Contaminated Lateritic Soil". Engineering Geology, 94 (3-4), 137–144.

Safehian, H., Rajabi, A. M., Ghasemzadeh, H. 2018. "Effect of Diesel-Contamination On Geotechnical Properties of Illite Soil", Engineering Geology, 241, 55–63.

Salimi, M., Ghorbani, A. 2020. "Mechanical and compressibility characteristics of a soft clay stabilized by slag-based mixtures and geopolymers". Applied Clay Science, 184, 105390.

Xia, W. Y., Du, Y. J., Li, F. S., Li, C. P., Yan, X. L., Arulrajah, A., Wang, F., Song, D. J. 2019. "In-situ Solidification/Stabilization of Heavy Metals Contaminated Site Soil Using a Dry Jet Mixing Method and New Hydroxyapatite Based Binder", Journal of Hazardous Materials, 369, 353–361.

Xu, P., Zhang, Q., Qian, H., Yang, F., Zheng, L. 2021. "Investigating The Mechanism of Ph Effect On Saturated Permeability of Remolded Loess". Engineering Geology, 284, 105978.

Zhou, Y., Liu, Y. 2018. "China's Fight Against Soil Pollution", Science, 362 (6412), 298.

➢ *ORAL PRESENTATION*

GC-MS method for the determination of polar compounds in endemic *Centaurea* species (*C. paphlagonica*)

Ali Rıza TÜFEKÇİ[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2951-3657*)

*[1]Çankırı Karatekin University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Çankırı, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: areb@karatekin.edu.tr

Abstract

Centaurea species are among the widely distributed plant species in Turkey. *Centaurea paphlagonica* is an endemic species. This species contains a high amount of phenolic compounds. The phenolic component analysis, which is generally found in plants, is made with HPLC-MS/MS devices. In this study, the extracts obtained from different parts of the *Centaurea paphlagonica* plant were first removed from the nonpolar parts, and then the polar parts were derivatized by esterification reaction with silylation reagents. The derived extract was analyzed by GC-MS instrument. The compounds were determined by comparison with the Wiley and NIST libraries.

Keywords: *Centaurea paphlagonica*, GC-MS, silylation method, polar compounds

INTRODUCTION

Centaurea species belong to the Asteraceae family and are widely distributed in Europe, northern Africa, North-South America and Asia. They are perennial herbaceous plants with more than 700 species in the world (Bouafia et al. 2020, . *Centaurea* genera are very diverse and widely distributed in Turkey. It has been reported to have 206 taxa in Turkey with the latest additions (Bona 2015, Şirin et al. 2019; Şirin et al. 2020). *Centaurea* species are widely used in traditional medicine since ancient times and more and more. *Centaurea cyanus* and *Centaurea scabiosa* are used in Scottish medicine as a diuretic and tonic (Bouafia et al. 2020, Aktumsek et al. 2011). *Centaurea pulchella*, *Centaurea drabifolia* and *Centaurea solstitialis* are used in traditional Turkish medicine for the treatment of abscesses, hemorrhoids, peptic ulcers and colds. In the literature, the biological activity of extracts and essential oils of different *Centaurea* species has been determined and it has been stated that they have antitumor, antidiabetic, anti-inflammatory, analgesic, antidepressant, enzymatic, antiplasmoid, antirheumatic, antioxidant, antimicrobial, antibacterial, antiproliferative properties (Arif et al. 2004; Bruno et al. 2018; Uysal et al. 2013, Ugur et al. 2009). The chemical content of *Centaurea* species varies greatly within the species and the characteristics of the ecosystem in which it spreads. The components that provide biological activity to the species are sesquiterpene lactones, flavonoids, lignans, alkaloids, phenolic compounds, steroids and terpenes (Krasnov et al. 2012, Grienke et al. 2018, Lockowandt et al. 2019). Phytochemical contents data and biological activity data of many species are still missing or not defined at all. *Centaurea paphlagonica* is an endemic plant species. There is only one publication on which phytochemical studies have been reported by another group, apart from the study we have done and reported on this plant species before. The study by another group was reported only on essential oil analysis.

Centaurea plant species are among very valuable plant species due to the rich and unique secondary components they contain. In order to bring these compounds to light, chemists and industry scientists focused their studies on the plant diversity in this species. It is difficult to determine individual phenolics in plant materials with a single analytical method. For this, it is necessary to find and develop alternative methods. These methods contribute to supporting each other in their studies or to make up for their deficiencies with existing methods. For this reason, it is aimed in this study to determine polar compounds of *Centaurea paphlagonica* by GC-MS technique, which is an alternative method for identifying compounds other than HPLC-MS. For this purpose, unlike the esterification method used for standard nonpolar molecules, polar compounds were identified using silylating reagents.

MATERIALS AND METHODS

Plant Material

The fresh plant materials were collected from Çankırı, Turkey (40°44'382"N-33°06'099"E) in July 2015. The plant identified and confirmed by expert Dr Selçuk Tugrul Koruklu, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ankara University, where a voucher specimen (Herbarium number: 60501) was deposited.

Extraction of the *C. paphlagonica* (CPF1, CPF2, CPSL,CPR)

200 g of the part of the *C. paphlagonica* plant was crushed in liquid nitrogen. The completely powdered plant was extracted with methanol/chloroform (1:1) three times under room conditions (Demirtas et al., 2017). The extracts were filtered first through cheesecloth and then through ordinary filter paper. The solvents were evaporated to dryness at 30 ˚C and under reduced pressure (600 mm Hg). The crude extracts obtained at the end of the first, second and third extractions were combined.

GC/MS analysis (Gas Chromatography–Mass Spectrometry)

GC-MS analyses of extracts from obtained *C. paphlagonica* was analyzed with the Agilent Technologies 7890A GC System coupled to a 5975C inert MSD with Triple-Axis Detector. For column capillary HP-5-MS (60 m x 0.25 mm I.D. x 0.25 µm) column used. For GC-MS detection, electron ionisation system and ionisation energy of 70 eV was used. Helium was the transporter gas at a flow rate of 1 mL min. GC temperature program was set to 100 minutes. The program was as follow: As a result of the optimization, the starting temperature was determined as 100°C and the program was started from this temperature. It was kept at this temperature for 10 minutes. The temperature was then increased to 200 °C with an increase of 5°C per minute and held at this temperature for 20 minutes. The temperature was increased to 270 °C with an increase of 5°C per minute and kept at this temperature for 36 minutes. The structures of the analyzed compounds were determined by scanning the Famedb23, Famdbwax and NIST05a libraries loaded in the instrument.

Silylation procedure

Provided that each extract is in itself, as much extract as can be dissolved by 1 ml of methanol was added into 3 ml of eppendorf and a homogeneous solution was obtained. Then, 300 µl of chloroform was added to this volume and centrifuged at 12000 rpm for 10 minutes. Thus, apolar materials passed into the chloroform phase and formed a precipitate at the bottom of the tube, and this part was eliminated. After centrifugation, the remaining supernatant was taken to a new ependorf, 300 µl of chloroform was added, and centrifuged again for 10 minutes at 12000 rpm. 100 µl of the formed supernatant was taken and transferred to the new ependorph, and then the silylation process was started. First, a fast vacuum concentrator (SpeedVac, Savant DNA 120, ThermoScientific) was used to evaporate the solvents in the eppendorf tube. After removing the solvent in the tubes, 20 µl of methoxyamine hydrochloride solution dissolved in 30 mg/ml pyridine was added to each tube and incubated at 37 ºC for 2 hours. At the end of this period, 40 µl of MSTFA was added to each tube (N-methyl-N-[trimethylsilyl] trifluoroacetamide). Finally, the resulting 60 µl final volume was transferred to GC-MS vials containing capillary tubes and made ready for analysis.

.

RESULTS AND DISCUSSION

Analysis of polar compounds contained in extracts obtained from different parts of Centaurea paphlagonica plant (CPF, CPSL, CPR) with methanol/chloroform mixture was defined by GC-MS device. The results obtained were presented by scanning the current Famedb23, Famdbwax, WILEY and NIST libraries installed on the device (Table 1, Table 2, Table 3, Table 4, Table 5). As a result, quantitative analyzes of a number of compounds that could not be determined by HPLC-MS were identified as a result of derivatization with the GC-MS device, as well as preventing the decomposition of the substance at these temperatures. According to the percent area calculation, the glycoside compounds were found the most in the CPSL coded extract. While glyceraldehyde was determined as the main component in CPF1 (7.63%), CPF2 (2.60%) and CPSL (4.07%) extracts, galactopyranoside methyl 2,3-bis-O-(TMS)-cyclic methylboronate compound was determined as

glycoside compounds in the CPR extract. Maximum 9.79% Erythronic acid γ-lactone compound in CPF extract, 4.98% glycerol compound in CPF2 extract, 8.85% palmitic acid compound in CPSL extract and 6.01% Erythronic acid γ-lactone compound in CPR extract were found as main components.

Table 1. GC-MS analysis of glycosides in the *C. paphlagonica* extracts

No	RT (min)	Compounds	% Area			
			CPF1 (M/C_1)	CPF2 (M/C_2)	CPSL (M/C)	CPR (M/C)
1	24.73	β-D-Galactopyranoside, methyl 2,3-bis-O-(TMS)-, cyclic butylboronate	-	0.05	0.70	0.21
2	25.00	Glyceraldehyde,	-	-	0.27	0.10
3	26.49	Galactopyranoside, methyl 2,3-bis-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate	-	0.09	-	-
4	28.38	Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(TMS)-cyclic methylboronate	-	0.06	-	-
5	30.09	Galactopyranoside, methyl 2,3-bis-O-(trimethylsilyl)-, cyclic butylboronate	-	0.11	-	-
6	30.80	Mannose	-	0.21	-	-
7	35.04	β-D-Glucopyranosiduronic acid, 3-(5-ethylhexahydro-2,4,6-trioxo-5-pyrimidinyl)-1,1-dimethylpropyl 2,3,4-tris-O-(TMS)-, methyl ester	-	-	0.18	-
8	35.15	*N*-Acetyl-D-glucosamine	0.05	0.11	-	-
9	37.65	Galactopyranoside, methyl 2,3-bis-O-(trimethylsilyl)-, cyclic methylboronate	-	0.09	-	-
10	50.37	α-D-Galactopyranose, 1,2,3-tris-O-(TMS)-,cyclic methylboronate	0.72			-
11	51.41	Glucopyranoside, methyl 2-(acetylamino)-2-deoxy-3-O-(TMS)-cyclic methylboronate	-	-	-	0.34
12	56.29	Glucose,6-O-α-D-galactopyranosyl-,bis-O-(TMS,cyclic tris(methylboronate)	0.08	-	-	-
13	59.19	α-D-Galactopyranoside,methyl1,2,3-tris-O-(TMS)-,cyclic methylboronate	3.36	-	1.81	1.78
14	59.31	Galactopyranoside,methyl 2,3-bis-O-(TMS)-, cyclic methylboronate	0.84	0.61	0.77	2.69
15	60.04	myo-Inositol 3,4,5,6-tetraacetate,	0.88		0.75	1.10
16	60.28	Glucose, 6-O-α-D-galactopyranosyl-cyclic tris(methylboronate	-	0.71	0.33	0.14
17	60.47	Glyceraldehyde,	7.63	2.60	4.07	-
18	64.25	Ribofuranose	-	0.24	0.11	0.11
19	64.93	β-D-Glucopyranosiduronic acid, 3-(5-ethylhexahydro-2,4,6-trioxo-5-pyrimidinyl)-1,1-dimethylpropyl 2,3,4-tris-O-(trimethylsilyl)-, methyl ester	0.24	-	-	-
Total components			**59.85**	**48.24**	**62.72**	**43.47**

Abbreviations:
— **CPR(M/C):** *C. paphlagonica* root (MeOH/$CHCl_3$) extract
— **CPSL(M/C):** *C. paphlagonica* steam and leaf (MeOH/$CHCl_3$) extract
— **CPF1(M/C_1):** *C. paphlagonica* flower (MeOH/$CHCl_3$) extract
— **CPF2(M/C_2):** *C. paphlagonica* flower (MeOH/$CHCl_3$) extract after n-hexane treatment

Table 2. GC-MS analysis results of phenolics, fatty acids and unknown compounds in *C. paphlagonica* extracts

No	RT min	Compounds	% Area			
			CPF1 (M/C_1)	CPF2 (M/C_2)	CPSL (M/C)	CPR (M/C)
1	8.26	2,3-Dimethoxy-1,3-butadiene	0.34	0.06	0.32	0.14
2	11.45	11,13-Dihydroxy-tetradec-5-ynoic acid, methyl ester	0.07	-	-	-
3	14.71	Propanoic acid, 3-[(1-methylethyl)thio]-	-	-	0.09	0.04
4	18.49	Silane, [(5-methoxypentyl)oxy]trimethyl-	0.06	-	-	0.03
5	20.74	Ethylene glycol	0.10	0.15	-	0.03
6	21.06	1,2-Propanediol	-	0.09	-	-
7	21.54	5-Hydroxymethyl-2,2,5-trimethyl-1,3-dioxane	-	-	0.09	-
8	21.73	2,4-Disilapentane, 2,4-dimethyl-	-	-	-	0.02
9	22.40	3-Methyl-2-ketobutyric acid	-		-	0.03
10	23.28	Limonen-6-ol, pivalate	-	-	-	0.02
11	24.52	Benzaldehyde, 4-dimethylamino-, (4-oxo-2-thiazolin-2-yl)hydrazone	-	-	-	0.07
12	30.98	Pentadecanoic acid, methyl ester	-	0.03	-	-
13	31.06	Cinnamic acid, 3,4-dimethoxy- methyl ester	-	0.06	0.18	-
14	32.15	Phthalic acid, hex-3-yl isobutyl ester	-	-	0.11	0.75
15	32.77	1,1-Di-3,4-xylylethane	-	-	-	0.09
16	32.94	Vanillic acid, methyl ester	-	0.26	0.05	-
17	33.59	Palmitic acid, methyl ester	-	1.71	-	-
18	36.26	Isoquinoline, 1-[3-methoxyphenyl]-3,4-dihydro-6,7-dimethoxy-	-	0.13	-	
19	38.44	2-Hydroxy-5-nitroaniline	-	-	0.20	0.20
20	40.17	Linolenic acid, methyl ester	-	0.14	-	-
21	41.43	Methyl isostearate	-	0.12		
22	56.54	20-Oxo-3,9:14,15-diepoxypregn-16-ene-3,11,18-triyl triacetate	-		0.16	0.53
23	60.04	Myo-Inositol 3,4,5,6-tetraacetate,	0.88		0.75	1.10
24	60.77	Protocatechuic acid	-	0.21	-	-
25	64.63	Hexatriacontane	0.11		-	0.09
26	69.24	Tetratetracontane	0.13	--	-	-
27	74.01	Dihydrocodeine	-		-	0.37
28	84.79	Cycloartenyl acetate	-		-	0.77
29	33.10	unknown	-	0.07	-	-
30	36.25	unknown	0.28	-	-	-
31	63.97	unknown	-	0.14	2.33	0.08
32	65.16	unknown	0.24	0.25	-	1.08
33	65.52	unknown	-	0.19	-	-

Table 3. GC-MS analysis results of silylated extracts of *C. paphlagonica* (contiuning)

No	RT (min)	Compounds	% Area			
			CPF1 (M/C_1)	CPF2 (M/C_2)	CPSL (M/C)	CPR (M/C)
1	6.29	1,1,3,3-Tetramethyl-1,3-bis[(2Z)-pent-2-en-1-yloxy]disiloxane	-	0.27	0.70	0.21
2	9.67	Ethanamine, N,N-dimethyl-2-[(trimethylsilyl)oxy]	-	-	0.09	-
3	10.72	2-Methylbutanoic acid, 3-(t-butyldimethylsilyloxy)-, methyl ester	0.44	-	-	-
4	11.06	Pentanoic acid, tert-butyldimethylsilyl ester	-	0.07	-	
5	11.30	Isovaleric acid,	-	0.16	-	
6	11.46	γ-Aminobutyric acid, di	-	0.08		
7	12.72	3-Amino-1-propanol,	-	-	0.13	0.07
8	12.93	2-Isopropyl(dimethyl)silyloxypropane	-	-	0.13	-
9	13.26	Silane, pentyltriethoxy-	-	0.19	-	-
10	13.28	Di-trimethylsilyl peroxide	0.12	-	0.59	-
11	14.11	Bis(tert-butyldimethylsilyl)amine	-	1.76	2.66	3.81
12	15.68	3-Pyridinol,	0.06	0.08	0.26	0.08
13	15.87	1-Dimethyl(isopropyl)silyloxypropane	-	-	0.17	-
14	15.89	Butane, 2,3-bis(trimethylsiloxy)-	-	-	-	0.03
15	16.20	4-[2-(Trimethylsilyloxy)propyl]morpholine	-	-	1.73	-
16	16.47	Methoxydi(tert-butyl)silane	-	-	0.11	-
17	16.50	Glycine, N,N-bis(trimethylsilyl)-, methyl ester	-	-	-	0.06
18	16.58	Methyl 2-(trimethylsilyl)ethyl malonate	-	-	0.08	-
19	16.86	Hexanoic acid,	0.07	0.22	0.04	0.02
20	17.64	Boric acid,	0.47	0.68	0.56	0.40
21	19.54	3-tert-Butyldimethylsilyloxypyridine	-	0.12	0.04	-
22	19.78	2-Trimethylsilyl-3-trimethylsilylamino-1,2,4-triazole	-	-	-	0.05
23	19.79	Diethylbis(tetramethylene)disiloxane	0.09	-	-	-
24	19.80	2-Dimethylisopropylsilyloxyoct-3-ene	-	0.15	0.12	-
25	21.07	Heptanoic acid, TBDMS	-	0.06	-	-
26	20.07	1-Dimethyl(isopropyl)silyloxyoctane	0.04	-	-	-
27	20.46	2-Methylbutanoic acid, 3-(t-butyldimethylsilyloxy)-, methyl ester	0.07	0.64	-	-
28	20.74	L-Proline,	-	-	0.65	-
29	21.56	2-Heptenoic acid,	0.06	-	-	0.02
30	21.79	Oxalic acid,	-	0.19	-	-
31	22.16	2-Aminoethanol, N,O-bis(tert-butyldimethylsilyl) ether	-	-	0.03	
32	22.67	1-Methylcyclohexanecarboxylic acid,	-	-	-	0.04
33	22.89	Benzoic acid,	0.12	0.39	0.06	-
34	22.91	Octanoic acid,	-	-	-	0.05
35	23.00	Lactic acid,	0.36	0.20	0.36	0.32
36	23.25	L-pipecolic acid,	-	-	0.44	-
37	23.29	Glutaric acid,	-	0.05		
38	23.45	Glycolic acid,	0.33	0.22	0.46	0.37
39	23.61	13-cis-Retinoic acid, trimethylsilyl ester	-	-	0.13	-
40	23.89	Silane, [(α,α-dimethylbenzyl)oxy]trimethyl-	-	-	-	0.04
41	23.91	Phenylacetic acid,	0.05	0.12		-
42	24.09	Glycine,	-	--	0.10	-
43	24.16	2-Butene-1,4-diol,	-	-	-	0.02
44	24.25	Alanine,	-	-	0.22	-
45	24.25	Nicotinic acid,	-	0.05	-	
46	24.26	Isonicotinic acid,	0.07	-	-	-
47	24.45	3-Trimethylsilyloxy-2-methylpyran-4-one	0.08			-
48	24.53	Tris(trimethylsilyl)carbamate	-		0.23	-
49	24.76	2-hydroxy butanoic acid,	-		-	0.02

Table 4. GC-MS analysis results of silylated extracts of *C. paphlagonica* (continuing)

No	RT (min)	Compounds	% Area			
			CPF1 (M/C_1)	CPF2 (M/C_2)	CPSL (M/C)	CPR (M/C)
1	24.85	2-Trihexylsilyloxybut-3-yne	0.05			-
2	25.32	3-Hydroxypropionic acid,	0.60	0.80	0.27	0.18
3	25.47	Nonanoic acid,	-	-		0.08
4	25.66	3-Hydroxybutyric acid,	0.09	0.14	-	0.06
5	25.77	Propanoic acid,	0.07	0.10		-
6	25.86	Uracil,	0.14	0.18		-
7	26.14	4,4-Dimethoxy-2-methyl-2-butanol,	0.47		0.69	0.04
8	26.50	3-Isoxazolepropanoic acid, 5-methyl-[dimethyl(1,1-dimethylethyl)silyl]-	0.23	-	-	-
9	26.81	Acetoin,	0.06	-		-
10	26.82	{2,2-Dimethyl-5-[2-(2-TMSl ethoxymethoxy) propyl][1,3] dioxolan-4-yl}methanol	-	0.10	-	-
11	26.88	Malonic acid,	-		0.94	0.06
12	26.88	tert-Butyldimethylsilyl 2-(2-(tert butyldimethylsilyloxy) ethoxy) acetate	0.14	0.22	0.24	-
13	27.06	2-Hydroxyisocaproic acid,	0.10	0.19	-	0.08
14	27.19	L-Valine,	-	-	0.08	-
15	27.66	Diethylene glycol,	0.09	-	-	0.21
16	27.68	5-Ethyl-1,3-dioxane-5-methanol,	-	0.05		
17	28.33	2-Hydroxyphenethyl alcohol,	-		0.07	-
18	28.43	Dimethyl nonyloxy butyloxy	0.12	-	0.11	-
19	28.79	Tris (trimethylsilyl) borate	0.03	0.07	0.07	0.06
20	28.96	2-Butenoic acid, 3-[(tert-butyldimethylsilyl)oxy]	0.08	-	-	-
21	29.11	2-Pyrrolidone-5-carboxylic acid,	-	-	-	0.12
22	29.34	2,5-Dihydroxy-1,4-dioxane,	-	-	0.10	-
23	29.52	Succinic acid,	0.68	0.59	0.63	0.34
24	29.71	Proline,	-	-	0.40	-
25	30.05	α-Ketoglutaric acid,	-	-	-	0.08
26	30.10	Fumaric acid,	-	-	0.40	0.26
27	30.26	Heptanoic acid, 7-t-butyldimethylsilyloxy-	0.13	-	-	-
28	30.35	TBDMS-2-{[TBDMS]oxy}-4-(methylsulfanyl)but-2-enoate	0.08	0.36	-	-
29	31.18	1H-Indole-2,3-dione, 1-(tert-butyldimethylsilyl)-7-isobutyl-, 3-(O-methyloxime)	0.04	-	-	-
30	31.68	Glutaric acid, bis	0.08	0.05		-
31	32.31	Glycerol	5.30	4.98	5.37	5.84
32	32.65	Linoleic Acid,	-		-	0.10
33	32.66	1-Monolinolein,	-	0.16	-	-
34	32.68	3-(Methylthio)benzoic acid	0.09	-	-	-
35	33.52	Phosphoric acid	1.44		0.68	0.92
36	34.38	Propanoic acid	0.19	0.18	-	0.06
37	34.40	Glyceric acid	0.14		0.54	-
38	34.66	2-Hydroxyisocaproic acid	0.37	0.30	0.17	0.20
39	37.68	Isosorbide	0.65		0.43	0.50
40	38.40	1,4-Dioxane-2,5-diol	0.14	0.19		-
41	39.05	10,12-Docosadiynedioic acid	-	0.08	-	-
42	39.23	Myristic acid	0.12	0.09	-	0.11
43	39.89	9-Octadecenoic acid, 1,3-bis-(OTMS)-2-propyl ester	0.18	0.47		
44	40.60	Malic acid, tris	-	-	0.60	0.11
45	41.64	D-Erythronolactone	-	-	0.38	-
46	44.57	Pentadecanoic acid,	0.14	-	-	0.10
47	45.24	2'-Deoxyinosine,	-	0.13		
48	45.74	myo-Inositol 3,4,5,6-tetraacetate	-	013	0.89	1.09

Table 5. GC-MS analysis results of silylated extracts of *C. paphlagonica*

No	RT (min)	Compounds	% Area			
			CPF1 (M/C_1)	CPF2 (M/C_2)	CPSL (M/C)	CPR (M/C)
1	45.85	1,6-Anhydro-2,3-O-isopropylidene-β-D-mannopyranose,	1.05	-	-	-
2	45.96	2,2,3,3,4,4-Hexa-t-butyl-1-oxa-2,3,4-trisiletane	-	0.12		
3	49.15	3-Hydroxy-4-methoxy benzoic acid,	-	0.58	-	0.24
4	49.26	11-cis-Octadecenoic acid,	-	-	1.40	-
5	50.01	5,8,11-Eicosatriynoic acid,	0.43	0.23	0.56	0.31
6	50.25	Isosorbide,	-	-	-	0.66
7	50.55	Trimethylolpropane,	0.26	0.16	1.35	0.76
8	51.98	Palmitic acid,	5.96	2.96	8.85	2.78
9	52.92	Trimethyl(2-(4-(2-(TMS)propan-2-yl)phenyl)propan-2-ylperoxy)silane	-	-	0.23	0.16
10	53.36	Mevalonic acid,	-	-	0.43	-
11	53.50	2,5-Dihydroxy-1,4-dioxane,	-	-	1.18	0.91
12	53.73	4,7,9,9,10,10-Hexamethyl-2,5,8-trioxa-9-silaundecane	5.73	-	1.84	0.50
13	53.79	Methyl-4-(oxo(phenyl)acetyl)benzamide-	-	-	-	0.12
14	55.04	3-(4-(3-Aminophenoxy)-2,3,5,6-tetrafluorophenoxy)aniline,	-	-	0.12	-
15	56.56	4,6-Diketooctanoic acid	0.51	0.44	-	-
16	58.37	trans-Aconitic acid,	-	0.25	-	-
17	58.48	Gluconic acid, γ-lactone, 5-methoximine,	2.33	-	0.70	1.17
18	58.70	Cinnamic acid,	-	-	-	0.27
19	58.89	9,12-Octadecadienoic acid,	0.73	0.26	0.45	-
20	59.03	9-Octadecenoic acid,	0.63	0.71	0.46	-
21	59.78	Stearic acid,	0.35	-	0.62	0.44
22	60.03	5,8,11-Eicosatriynoic acid,	-	0.91	0.08	
23	60.84	Isosorbide,	-	-	0.47	0.48
24	61.20	Erythronic acid γ-lactone,	9.79	1.41	0.24	6.01
25	61.68	Lauric acid, 2,3-bis(trimethylsiloxy)propyl ester	1.94	0.52	0.22	0.14
26	62.64	Ferulic acid,	-		0.16	-
27	62.94	Prosta-5,13-dien-1-oic acid, 9,11,15-tris[(trimethylsilyl)oxy]-,	-	0.12	0.07	0.11
28	64.40	Phytanic acid,	0.15		0.07	0.11
29	65.30	Citric acid,	-	-	0.64	0.05
30	65.39	Phytanic acid,	-	0.20	-	-
31	65.72	10,12-Docosadiynedioic acid,	-	-	0.59	-
32	66.59	Heneicosanoic acid,	-	-	-	0.08
33	68.16	Caffeic acid,	-	-	-	0.60
34	69.01	Docosanoic acid,	0.07	-	-	0.54
35	69.90	Prostaglandin E2,	-	-	0.24	-
36	70.80	Sebacic acid,	-	0.30	-	-
37	71.94	1-Tetracosanol,	-	-	0.31	0.25
38	72.28	Emodin,	-	-	0.32	0.48
39	72.30	Zearalenone,	-	0.57		
40	73.53	Anthraquinone, 1,6-dihydroxy-3-hydroxymethyl-8-methoxy,	0.13	-	0.12	0.17
41	73.55	Glycine, N-[(3α,5β,7α,12α)-24-oxo-3,7,12-tris[(TMS)oxy]cholan-24-yl]-, methyl ester	-	0.27	-	-
42	75.46	Tetracosanoic acid,	-		-	0.13
43	77.54	Thromboxane B2,	0.19			-
44	78.16	Pregnenolone, 3-dimethyl(t-butyl)silyl ether	-		0.49	-
45	78.49	Pregnan-11-one, 3,20,21-tris[(trimethylsilyl)oxy]-	-	0.73	-	-
46	79.34	Zearalenone,	-		0.14	-
47	79.87	1-Hexacosanol,	-		0.25	0.18

CONCLUSION

The presence of phenolic compounds in plants has been proven using two different chemical analytical methods. these methods are HPLC and GC-MS. In both methods, there is a group of compounds that they cannot analyze. compounds with polar properties are compounds of this specified type. It does not require HPLC derivatization and analysis can be performed using standard compounds. However, GC-MS measurement is somewhat difficult and sensitive. This is due to the fact that silillation is a sensitive method. However, our study offers a very good alternative method for the determination of polar compounds by GC-MS. With this method, whether it is a plant extract or a food product, content analyzes with this method have shown that it will give clearer results. The results to be obtained from here will make important contributions to the medicinal value of the plant.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was carried out and was financially supported by Cankırı Karatekin University Scientific Research Projects Unit (Project Number: (Project No: BAP 2013-16)

REFERENCES

Aktumsek A, Zengin G, Guler G, Cakmak Y, Duran A 2011. Screening for in vitro antioxidant properties and fatty acid profiles of five *Centaurea* L. species from Turkey flora. Food and Chemical Toxicology, 49: 2914–2920.

Arif R, Küpeli E, Ergun F, 2004. The biological activity of *Centaurea* L. species. Gazi Univercitv Journal of Science, 17: 149–164.

Bona M. 2015. *C. amanosensis* (Asteraceae) a new species from Turkey. Plant Biosystems. 150: 1–4.

Bouafia M, Benarfa A, Gourine N, Yousfi M 2020. Seasonal variation of fatty acid composition, tocopherol content and antioxidant activity of lipid extracts from *Centaure*a sp. Food Bioscience, 37: 100728.

Brozovic A, Radic Stojkovic M 2018. Biological activity of flavonoids and rare sesquiterpene lactones isolated from *C. ragusina* L. Frontiers in Pharmacology, 22: 972.

Bruno M, Modica A, Catinella G, Canli C, Arasoglu T, Celik S, 2018. Chemical composition of the essential oils of *C. tomentella* Hand.-Mazz. and *C. haussknechtii* Boiss. (Asteraceae) collected wild in Turkey and their activity on microorganisms affecting historical art craft. Natural Product Research, 33(8): 1092-1100.

Demirtas I, Tufekci AR, Yaglioglu AS, Elmastas M 2017. Studies on the antioxidant and antiproliferative potentials of *Cirsium arvense* subsp. *vestitum.* Journal of Food Biochemistry. 41: e12299.

Krasnov EA, Kaminskij IP, Kadyrova TV, Pekhen'ko VG, Adekenov SM 2012. Antimicrobial activity of extracts from the aerial part *C. scabiosa* (Asteraceae). Rastit. Resur. 48, 262–266.

Lockowandt L, Pinela J, Roriz CL, Pereira C, Abreu RMV, Calhelha RC, Alves MJ, Barros L, Bredol M, Ferreira ICFR 2019. Chemical features and bioactivities of cornflower (*C. cyan*us L.) capitula: The blue flowers and the unexplored non-edible part. Industrial Crops and Products, 128: 496–503.

Şirin E, Çeçen Ö, Bozkurt M, Ertuğrul K 2019. *Centaurea uysalii* (Cyanus/Asteraceae), a new species from Turkey. Turkish Journal of Botany, 43(6), 809-816.

Şirin E, Uysal T, Bozkurt M, Ertuğrul K 2020. *Centaurea akcadaghensis* and *C. ermenekensis* (Asteracaeae), two new species from Turkey. Mediterranean Botany, 41(2): 173-179.

Ugur A, Duru ME, Ceylan O, Sarac N, Varol O, Kivrak I, 2009. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Centaurea ensiformis* Hub.-Mor. (Asteraceae), a species endemic to Mugla (Turkey). Natural Product Research, 23: 149–167.

Uysal I, Celik S, Saglam H, Güven K, 2013. Antimicrobial and antioxidant activities of some species of Centaurea collected from Turkey. Asian Journal of Chemistry, 25: 666–670.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Hypericum salsugineum N. Robson & Hub.-Mor. (Tuzkantaronu - Hypericaceae)'un kök, gövde ve yaprak anatomik özellikleri

Sema ACAR[1]* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4047-7922*),
Mehtap TEKŞEN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0191-4229*)

[1]Aksaray Üniversitesi, Biyoloji Bölümü, Aksaray, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: sema.acar.1@hotmail.com

Özet

Hypericum salsugineum N. Robson & Hub.-Mor. (tuzkantaronu), *Hypericum* cinsinin tuzcul habitatları tercih eden tek türü olup Aksaray ve Konya illerinin Tuz Gölü çevresindeki tuzcul bataklık ve steplerinde yayılış gösteren endemik bir türdür. Çok yıllık otsu ve zehirli bir bitkidir. Deniz seviyesinden 900 m yükseklikteki tuzcul bataklık bölgelerinde yetişir. Ağustos ayında çiçeklenir. 10–20 cm kadar uzayıp boylanabilir. Önemli tıbbi aromatik türleri içeren bir familyanın türü olarak bu çalışmada, *Hypericum salsugineum*'un kök, gövde ve yaprak anatomik özelliklerinin araştırılması ile türün anatomik olarak ayırtedici karakterleri ve bu özelliklerin adaptasyon kabiliyetine katkısı tespit edildi. Kök anatomisinde öz bölgesinin tamamen ksilemden oluştuğu, salgı dokuya rastlanmadığı belirlendi. Gövde anatomisinde köke yakın bölgede öz bölgesinin kökten uzak gövdeye göre küçük ve dar olduğu ve salgı doku varlığı tespit edildi. Amfistomatik ve eşyüzlü olan yapraklarda anomositik stoma tipi gözlendi. Tuzcul ve kurak bir alanda yetişen türün yapraklarında tamamen palizat parankiması içerdiği görüldü. Stoma hücrelerinin boyutu fazla ışık ve sıcaklığa adaptasyondan dolayı küçük, stoma indeksi de su stresine bağlı olarak yüksek olarak belirlendi.

Anahtar Kelimeler: *Hypericum salsugineum*, *Hypericum*, halofit, anatomi, Tuz Gölü, Türkiye

Root, stem and leaf anatomical features of *Hypericum salsugineum* N. Robson & Hub.-Mor. (Tuzkantaronu - Hypericaceae)

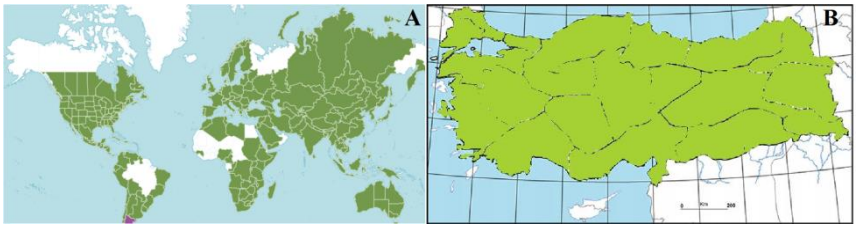
Abstract

Hypericum salsugineum N. Robson & Hub.-Mor. (tuzkantaronu) is the only species of *Hypericum* genus that prefers saline habitats and is an endemic species that spreads in salt marshes and steppes around Salt Lake in Aksaray and Konya provinces. It is a herbaceous perennial and poisonous plant. It grows in salt marshes at an altitude of 900 m above sea level. It blooms in August. It can grow up to 10-20 cm. In this study, the anatomical distinctive characters of *Hypericum salsugineum*, as a species of a family containing important medicinal aromatic species, and the contribution of these features to its adaptability were determined by investigating the root, stem and leaf anatomical features. In root anatomy, it was determined that the pith was completely composed of xylem and no secretory tissue was encountered. In the trunk anatomy, it was determined that the pith region near the root was smaller and narrower than the trunk away from the root and the presence of secretory tissue. Anomocytic stoma type was observed in the leaves that were amphistomatic and equilateral. It was observed that the leaves of the species grown in a saline and arid area completely contained palisade parenchyma. The size of the stomatal cells was determined to be small due to adaptation to high light and temperature, and the stomatal index was determined to be high due to water stress.

Keywords: *Hypericum salsugineum*, *Hypericum*, halophyte, anatomy, Tuz Lake, Türkiye

GİRİŞ

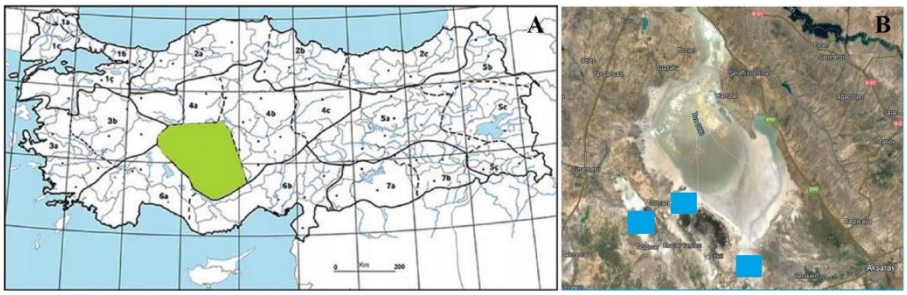
Hypericum L. (Hypericaceae), dünyada geniş yayılış alanlarında, çok farklı habitatlarda yetişir. Dünyada yaklaşık 480-510 kadar türe sahiptir (POWO, 2022). Kuzey ve güney yarıkürelerde geniş yayılışa sahiptir (Şekil 1) (POWO, 2022). Önemli gen merkezilerinden biri Türkiye'dir. Cinsin Türkiye'de 46'sı endemik olmak üzere 96 türü bulunmaktadır (Güner ve ark., 2012). Türkiye'de çok farklı ekolojik ortamlarda yetişebilmektedir (Şekil 1, URL-1).



Şekil 1. A- *Hypericum*'un dünya üzerindeki yayılış alanları, B- Türkiye'deki yayılış alanları

Önemli bir tıbbi aromatik bitki olan *Hypericum*'a ait türler dünyanın birçok yerinde ağrı kesici, parazit azaltma, yara iyileştirme, sinir hastalıkları tedavisinde, regl krampları, siyatik, eklem iltihabı tedavisinde, midevi rahatsızlıklardan kaynaklanan ağrıların giderilmesinde, bazı cilt hastalıklarının tedavisinde, idrar söktürmede, iltihap gidermede, bakterisit ve yatıştırıcı olarak yüzyıllardan beri tedavi amaçlı kullanılmaktadırlar (Baytop, 1999; Çırak ve Kevseroğlu, 2004; Kaçar ve Azkan, 2010).

H. salsugineum (tuzkantaronu) tuzcul habitatları tercih eden halofitik bir bitki olup cinsin tuzcul habitatları tercih eden tek türü olan *Hypericum salsugineum* IUCN (2019)'a göre EN kategorisinde değerlendirilmektedir. *H. salsugineum* Konya bölümünde Aksaray ve Konya illerinin Tuz Gölü çevresindeki tuzcul bataklık ve steplerinde yayılış gösterir (Robson, 1967; Güner ve ark., 2012) (Şekil 2, URL-2, Google Earth, 2022). Aksaray ili Eskil ilçesinin doğusu, Konya ili Cihanbeyli ilçesi Gölyazı'nın doğusu ve Tersakan Gölü güneyinde olmak üzere birkaç ana popülasyona sahiptir (Şekil 2).



Şekil 2. A- *Hypericum salsugineum*'un Türkiye'deki yayılış alanları, B- Aksaray ve Konya illerinin Tuz gölü çevresindeki yayılış alanları

Tuz Gölü çevresinde mevsime ve göle olan uzaklığa göre toprak özelliklerinin ve tuz tipinin birbirinden farklı olduğu ve bu özelliklerin bitkiye yansıdığı bilinmektedir. *H. salsugineum*'un yayılış gösterdiği alanlar olan Eskil çevresi lokalitesinde hem sodyum klorür hem de sodyum sülfat tuzluluğu görülmüştür. Türün yetiştiği alanda tür çeşitliliğinin yüksek olmasında en önemli faktör toprak çeşitliliğidir (Şekil 3) (Dengiz, 2007; Baysal Furtana, 2010; Baysal Furtana ve ark. 2013).



Şekil 3. A- *Hypericum salsugineum*, B- Habitatından bir görünüm

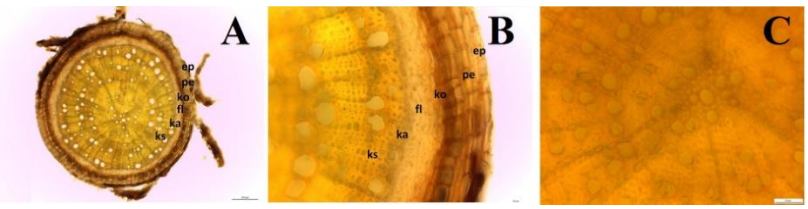
H. salsugineum üzerinde çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Türün ekofizyolojisinin çalışıldığı bir proje (Tıpırdamaz ve ark., 2010), polifenolik içeriğinin (Sakar, 1990), antiherpetik aktivitesinin (Duman, 2012), antioksidan ve antibakteriyel aktivitelerinin (Maltas ve ark., 2013), biyolojik potansiyeli ve kimyasal içeriklerinin (Bender ve ark., 2018) ve ağır metal içeriklerinin belirlendiği (Demir ve ark., 2021) çalışmalar bulunmaktadır. Türün üzerinde bu çalışmalar dışında karakterizasyonunun belirlenmesi amacıyla detaylı morfolojik, mikromorfolojik ve anatomik çalışmaların yapılmadığı tespit edilmiştir. Bu sebeple mevcut çalışmamızda kök, gövde ve yaprak anatomik özelliklerinin belirlenmesi, taksonomide kullanılabilirliği ve ekolojik adaptasyon kabiliyetinin belirlenmesi ve yorumlanabilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

H. salsugineum'un Aksaray ili Eskil ilçesinin doğusundaki lokalitesinden haziran ayında iki örnek alındı ve %70'lik alkol içinde tespit edilerek muhafaza edildi. Saha çalışması esnasında alınan bir örnek de AKSU herbaryumunda referans materyali (MT 6579) olarak koruma altına alındı. Çalışma esnasında iki bireyden kök, gövde, yaprak bölümlerinden enine ve yaprağın alt ile üst yüzey kısımlarından yüzeysel kesitler alındı. Sartur reaktifi ile boyanarak Leica marka ışık mikroskobu altında fotoğrafları LASEZ programı ile çekildi. 10 farklı yaprak alt ve üst yüzeyinden yüzeysel kesit alınarak stoma indeksi hesaplandı. Stoma sayısı (adet mm^2), bitkilerin en gelişmiş yapraklarında X40 objektifte 0.17 mm^2'ye denk gelen mikrometre alanına düşen stomalar sayılıp ortalaması alınarak; stoma boyu, stoma eni, stoma hücresi boyu, stoma hücresi eni, yan yana iki stoma arası uzaklık AlaMet programı ile ölçülüp belirlendi.

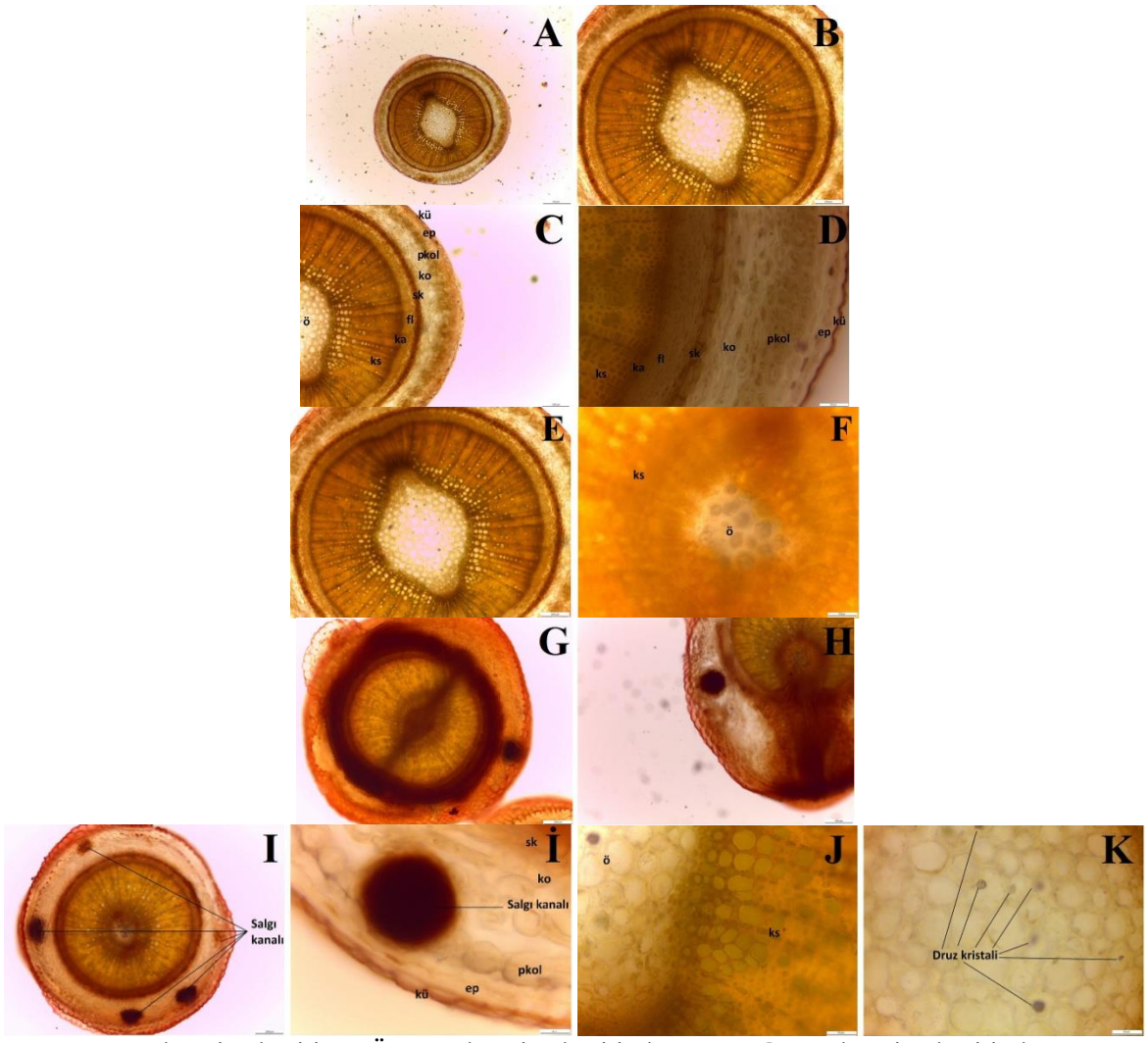
BULGULAR

Kök anatomisi: Kök enine kesitinde en dışta peridermisin üzerinde kalın bir kütikül vardır. Peridermis hücrelerinin şekli kare ya da dikdörtgendir ve 3-4 sıradan oluşur. Korteks, en dış yüzeyde çok katmanlı ve neredeyse dikdörtgen hücrelerden oluşur. Kortekste salgı kanalları yoktur. Korteksin altında sırayla floem, kambiyum ve ksilem bulunur. Floem tabakasında salgı kanalları gözlenmez. Ksilemde ışınlar tek sıralıdır, ksileminin çoğunu oluşturan trakeitler küçük bir lümen ile iyi bir şekilde odunlanmıştır. En içte bulunan kökün özü tamamen ksilem elementleri ile kaplıdır (Şekil 4).



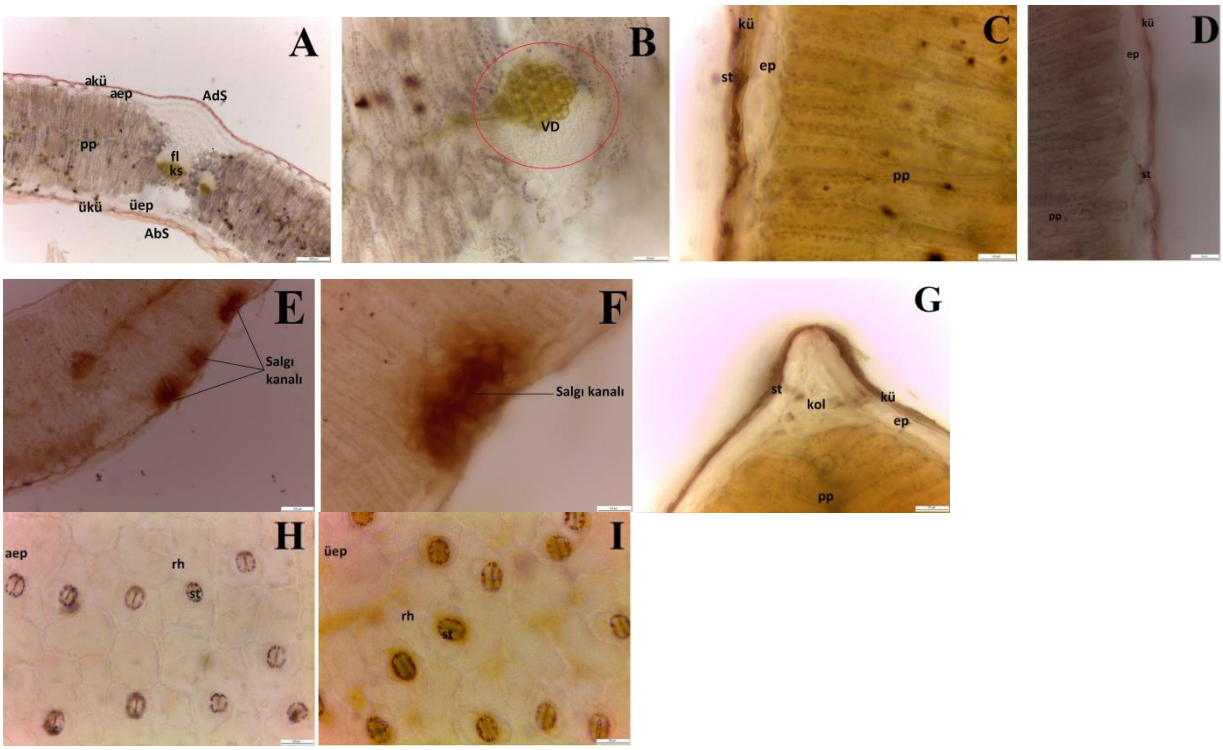
Şekil 4. Kök enine kesiti (pe: peridermis, ko: korteks, fl: floem, ka: kambiyum, ks: ksilem; A- Bar: 200 µm, B- Bar: 50 µm, C- Bar: 50 µm).

Gövde anatomisi: Gövde enine kesiti yuvarlaktan elipse doğru bir şekle sahip olup iki kanatlıdır (Şekil 5). En dıştaki kütikül tabakası kalındır ve altında tek katlı bir epidermis bulunur. Trikom gözlenmez. 3-4 sıra plaka kollenkiması bulunur. Bu tabakanın altında 3-4 sıralı, kloroplast içeren bir korteks bulunur. Salgı kanallarına rastlanmaz, ancak gövdenin köke yakın kısımlarında kollenkima ve korteks tabakası arasında siyah salgı kanalları bulunur (Şekil 5). Tek katlı karemsi ve dikdörtgenimsi hücrelerden oluşan şerit halka halinde bulunan sklerenkima, korteks ve floem arasındadır. Floem tabakasında büyük salgı kanalları gözlenmez. Kambiyum ksilem ile floem arasında bulunur. Ksilem halka halindedir ve ışınlar tek sıralıdır ve öze doğru şerit şeklinde ışınlar oluşturarak uzanır. Halka ksileminin çoğunu oluşturan trakeitler küçük bir lümen ile iyi bir şekilde kökte olduğu gibi odunlanmıştır. Öz hücreleri çapları değişen hücrelerden oluşup bu hücreler büyük ve silindiriktir. Öz hücreleri gövdenin ortasında bir araya gelerek bazılarında yuvarlaksı bazılarında elips şeklinde kümelenmiştir. Öz bölgesinde druz kristallerine rastlanır. Köke yakın gövdedeki öz bölgesi küçüktür (Şekil 5).



Şekil 5. A-D: Gövde enine kesiti, E- Üst gövde enine kesitinde öz, F- Alt gövde enine kesitinde öz, G-H Kök-gövde geçiş bölgesi, I-İ- Köke yakın gövdede plaka kollenkiması ve kortekste salgı kanalı, J- Gövde enine kesitinde öz ve ksilem, K- Öz bölgesinde druz kristali (kü: kütikül, ep: epidermis, pkol: plaka kollenkiması, ko: korteks, ks: ksilem, sk: sklerenkima fl: floem, ka: kambiyum, ks: ksilem, ö: öz; A- Bar: 500 µm, B-C-E-G-H-I-Bar: 200 µm, D-F-İ-J-K-Bar: 50 µm).

Yaprak anatomisi: Enine kesitte yaprak üst ve alt yüzeyinde üst ve alt epidermal tabakalar kalın bir kütikül tabakası ile kaplıdır. Epidermis, enine kesitte dikdörtgenimsi şekilli epidermal hücrelerden oluşan tek bir tabakadan oluşur. Tipik olarak epidermal hücrelerin genişliği boy uzunluğundan daha uzundur. Alt ve üst epidermis arasında kalan alan çift palizat parankiması ile kaplıdır. Epidermis ve palizat parankimasında salgı kanalı vardır. Yaprağın kenar kısımlarında kollenkima tabakasına rastlanır. Merkezi damar demeti, yanal olanlardan açıkça daha büyüktür ve yaprakların belirgin bir orta damarı vardır. Üst ve alt epidermada stomalar genellikle 4 nadiren 5 komşu hücre ile kuşatılmıştır. Stoma bekçi hücreleri epiderma hücreleri ile aynı düzeyde konumlanmış olup, yaprak amfistomatik ve eşyüzlüdür. Ayrıca refakatçi hücrelerin şekline göre stoma tipi anomositiktir. Stoma indeksi Formül 1 ve 2 ile hesaplandı (Tablo 1, Şekil 6) (Meidner ve Mainsfield, 1969).



Şekil 6. A- Yaprak enine kesiti, B- Vasküler demetler, C-D- Palizat parankiması, E-F- Yaprak enine kesitinde salgı kanalı, G- Yaprak kenarında kollenkima, H- Yaprak alt yüzeyi, I- Yaprak üst yüzeyi (AdS: Adaksiyal, AbS: Abaksiyial, akü: alt kütiküla, ükü: üst kütiküla, aep: alt epidermis, üep: üst epidermis, pp: palizat parankiması, st: stoma; fl: floem, ks: ksilem, kü: kütikula, ep: epidermis, st: stoma, kol: kollenkima, VD: Vasküler Demetler, rh: refakatçi hücre; A-E-Bar: 200 µm, B-C-D-F-G-H-I-Bar: 50 µm).

$$\text{Stoma indeksi} = \frac{\text{mm}^2\text{'deki stoma sayısı X 100}}{\text{mm}^2\text{'deki stoma sayısı} + \text{mm}^2\text{'deki epidermis hücresi sayısı}} \quad (1)$$

$$\text{Stoma indeksi} = \frac{\text{Üst stoma indeksi}}{\text{Alt stoma indeksi}} \quad (2)$$

Alt ve üst yaprak yüzeyi stoma indeksi orantılandığında üst yüzeydeki stoma indeksinin büyük olduğu belirlendi. Su stresi arttıkça bitki yapraklarında stoma yoğunluğunun da arttığı görüldü. Huimin ve Genxuan (2001) ve Yongping ve ark. (2006) buğdayda; Laajimi ve ark. (2011) kayısıda; Ennajeh ve ark. (2010) ve Aktepe Tangu (2012) zeytinde; Fu ve ark. (2013) patlıcan bitkisinde benzer sonuçlar elde etmişler ve su stresi arttıkça stoma yoğunluğunun da arttığını belirlemişlerdir. Fazla ışık ve sıcaklıktan dolayı stoma boyutunun küçük ve stoma indeksinin büyük olduğu gözlendi (Kılınç ve ark., 2008).

Tablo 1. Alt ve üst yaprak yüzeyinde stoma indeksi (A: Alt yüzey, Ü: Üst yüzey, H: Hücre, ölçümler µm)

	Epidermis H Sayısı A	Stoma Sayısı A	Stoma İndeksi A	Epidermis H Sayısı Ü	Stoma Sayısı Ü	Stoma İndeksi Ü
1	59	11	15.71	38	10	20.83
2	41	8	16.33	33	12	26.67
3	34	3	8.11	31	9	22.50
4	32	7	17.95	32	10	23.81
5	30	5	14.29	36	11	23.40
6	29	6	17.14	37	11	22.92
7	33	7	17.50	39	11	22.00
8	27	7	20.59	35	8	18.60
9	35	10	22.22	31	9	22.50
10	29	5	14.71	30	11	26.83

Tablo 2. Alt ve üst yaprak yüzeyinde elde edilen hesaplamalar (A: Alt yüzey, Ü: Üst yüzey, H: Hücre, St: Stoma, ölçümler µm)

	St Boyu A	St. Eni A	St H BoyuA	St H Eni A	Yan Yana İki St Arası Uzaklık A	St Boyu Ü	St Eni Ü	St H Boyu Ü	St H Eni Ü	Yan Yana İki St Arası Uzaklık Ü
1	44,44	32,71	29,62	14,19	71,60	51,85	35,80	42,59	17,28	134,50
2	33,95	30,86	33,33	16,66	88,88	54,93	37,65	38,88	17,28	168,50
3	30,86	32,09	36,41	16,04	74,07	42,59	26,54	51,85	15,43	72,22
4	31,48	18,51	35,80	12,34	126,50	46,29	33,95	39,50	13,58	56,17
5	24,07	30,86	43,20	15,43	197,50	51,85	34,56	35,80	9,26	137,60
6	33,33	33,33	39,50	6,17	150,600	53,08	38,88	45,67	14,81	246,20
7	27,77	16,66	27,16	16,04	177,10	53,08	42,59	41,97	13,58	106,10
8	40,74	33,95	32,09	12,34	111,70	54,32	31,48	38,88	11,11	112,30
9	23,45	30,24	24,69	12,34	101,80	47,53	43,82	40,12	21,60	69,13
10	29,01	32,71	43,20	14,19	81,480	46,91	32,71	54,32	19,75	193,80

TARTIŞMA

Hypericum türleri üzerinde çok sayıda anatomik çalışma yapılmıştır ve ekolojik ortamın türün adaptasyonunda önemli olduğu görülmektedir (Perone ve ark., 2013; Akçin ve ark., 2016; Altınbaşak ve ark., 2021; Verma ve ark., 2022). *H. salsugineum*'da da tuzcul ve dönemsel bataklıklar içinde yetişen tür, fazla ışık ve sıcaklığa karşı adaptasyonlar göstererek kalın kutikula, küçük boyutlu stoma ve stres etkisiyle artan bir stoma indeksi değerine sahiptir.

*H. salsugineum'*da kök, ksilemden oluşurken *H. perforatum* L.'da kök öz bölgesi dejenere olduğu için merkezinde büyük bir boşluk bulunmaktadır (Verma ve ark., 2022). *H. salsugineum'*da kökte salgı doku bulunmazken *H. orientale* L.'de kök korteksinde ve floemde A tipi glandüler kanallar (Akçin ve ark., 2016), *H. kotschyanum* Boiss.'da çok sayıda salgı kanalı içeren korteks dokusu bulunur (Altınbaşak ve ark., 2021).

*H. salsugineum'*da köke yakın bölgede öz bölgesi kökten uzak gövdeye göre küçük ve darken *H. perforatum*'da öz bölgesinde hücreler arası boşluk yok ve merkeze doğru dejeneredir. *H. salsugineum'*un gövdesinde kambiyum ayırt edilirken *Hypericum orientale* gövdesinde kambiyum ayırt edilemez. *H. kotschyanum* gövdesinde epidermal tabaka üzerinde çok sayıda tek hücreli eglandüler trikom bulunur. *H. pubescens* gövdesinde trikomlar kurur ve en dıştaki katmanlar süberin ile zenginleşme eğiliminde olduğu için kısmen kaybolur. *H. salsugineum* gövdesinde ise trikom gözlenmez. *H. kotschyanum* gövdesinde floem tabakasında büyük salgı kanalları gözlenir. *H. pubescens* gövdesinde dış kortekste, floemde, ksilem ve floem arasındaki sınırda ve ayrıca medullaya teğet olan ksimatik halkanın sonunda siyah nodüller bulunur. *H. salsugineum'*da ise kökten uzak gövdenin enine kesitinde siyah nodüllere rastlanmaz, gövdenin köke yakın kısımlarında siyah salgı nodülleri vardır (Perone ve ark, 2013; Akçin ve ark., 2016; Altınbaşak ve ark, 2021; Verma ve ark., 2022).

H. perforatum'da yapraklar hipostomatöz ve anizositik stoma içermektedir. *H. orientale* stomaları, adaksial yüzeyde anizositik, abaaxial yüzeyde anomositik ve anizositiktir. *Hypericum kotschyanum*'da stoma yaprağın sadece alt yüzeyinde bulunmuştur. Stomalar anomositik tiptir ancak 3-5 hücre stomaya bitişiktir. *Hypericum salsugineum'*da üst ve alt epidermada stomalar genellikle 4 nadiren 5 komşu hücre ile kuşatılmıştır. Stoma

bekçi hücreleri epiderma hücreleri ile aynı düzeyde konumlanmış olup, yaprak amfistomatik ve eşyüzlüdür. Ayrıca refakatçi hücrelerin şekline göre stoma tipi anomositiktir. *Hypericum perforatum*'da mezofil, tek katmanlı bir palizat hücresine ve 2-3 katmanlı süngerimsi parankime farklılaşmıştır. *H. orientale*'de mezofil bölgesi, adaksiyal yüzeyde 2-3 sıra uzunlamasına dikdörtgen palizat hücrelerden ve abaksiyal yüzeyde 1 sıra ve 2-3 sıra düzensiz süngerimsi parankim hücrelerinden oluşur. *H. kotschyanum*'da yaprak mezofil kesitinde üst epidermisin altında palizat parankiması hücreleri yer alır ve bu parankima tabakasının altında süngerimsi parankima hücreleri bulunur. Mezofil iki yüzlüdür. *H. pubescens*'de mezofil, palizat ve süngerimsi parankimadan oluşur. *Hypericum perforatum*'da tamamen palizat parankiması içerir (Perone ve ark, 2013; Akçin ve ark., 2016; Altınbaşak ve ark, 2021; Verma ve ark., 2022).

SONUÇ

Bu çalışmada, *H. salsugineum'*un anatomik özellikleri incelenmiştir. Tür hakkında anatomik özelliklerle ilgili daha detaylı bilgiler elde edilmiş bu konudaki eksiklikler tamamlanmaya çalışılmıştır. *H. salsugineum'*un anatomik özellikleri, genel olarak *Hypericum* cinsi ile uyum göstermektedir. *H. salsugineum* kök, gövde ve yaprak anatomik özellikleri incelenmiş olup ayırt edici karakterler tanımlanmış ve fotoğraflanmıştır. Türün anatomik özellikleri ilk kez tarafımızdan çalışılmış olup *Hypericum* cinsine ait diğer türlerin anatomik incelemelerine ışık tutacağı öngörülmektedir.

Alt ve üst yaprak yüzeyi stoma indeksi orantılandığında üst yüzeydeki stoma indeksinin büyük olduğu belirlendi. Su stresi arttıkça bitki yapraklarında stoma yoğunluğu da artmaktadır. Fazla ışık ve sıcaklıktan dolayı stoma boyutunun küçük ve stoma indeksinin büyük olduğu gözlenmiştir. *H. salsugineum*'da bazı anatomik karakterlerin sistematik açıdan önemli olduğu görülmüştür. Bu karakterler mezofil durumu (palizat ve sünger parankiması ayırımı), salgı doku ve konumu, stoma tipi, stomaların yoğunluğu ve indeksi şeklindedir.

KAYNAKLAR

Akçin ÖE, Altıntaş MY, Özbucak T, Akçin Y 2016. Anatomical Properties of Medicinal Plant *Hypericum orientale* L. Journal of Applied Biological Sciences 10(2): 16-20.

Aktepe Tangu N 2012. Kısıtlı su uygulamalarının bazı standart zeytin çeşitlerinin gelişme durumları ve bitki-su ilişkileri üzerine etkilerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir (Doktora Tezi).

Altınbaşak O, Genç GE, Kültür S 2021. The anatomical properties of endemic *Hypericum kotschyanum* Boiss.. Journal of the Faculty of Pharmacy of Istanbul University, 51(1): 133-137.

Baysal Furtana G 2010. Tuz Gölü Çevresindeki Bazı Endemik Halofit Bitkilerin Ekofizyolojisi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.

Baysal Furtana G, Duman H, Tıpırdamaz R 2013. Seasonal changes of inorganic and organic osmolyte content in three endemic *Limonium* species of Lake Tuz (Turkey). Turkish Journal of Botany 37(3): 455-463.

Baytop T 1999. Türkiye'de Bitkilerle Tedavi, Nobel Tıp Yayınevi, 2. Baskı, İstanbul.

Bender O, Llorent-Martínez, EJ, Zengin G, Mollica A, Ceylan R, Molina-García L, Córdova MLF, Atalay A 2018. Integration of in vitro and in silico perspectives to explain chemical characterization, biological potential and anticancer effects of *Hypericum salsugineum*: A pharmacologically active source for functional drug formulations, PLoS ONE, 13(6): e0197815.

Çırak C, Kevseroğlu K 2004. Kantaron bitkisinin eski çağlardan günümüze kullanım şekilleri ile modern tıptaki yeri ve önemi. Ondokuz Mayıs Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2): 74-82.

Demir A, Baysal Furtana G, Tekşen M, Tıpırdamaz R 2021. Determination of the Heavy Metal Contents and the Benefit/Cost Analysis of *Hypericum salsugineum* in the Vicinity of Salt Lake. Sains Malaysiana 50 (12): 3493-3503.

Dengiz O 2007. Characteristics and classification of arid region soils: Salt Lake specially protected area (Tuz Gölü-Turkey). Asian Journal of Chemistry 19(3): 2316.

Duman R 2012. Antiherpetic activity of some endemic *Hypericum* species in Turkey. African Journal of Biotechnology 11(5): 1240-1244.

Ennajeh M, Vadel AM, Cochard H, Khemira H 2010. Comparative impacts of water stress on the leaf anatomy of a drought-resistant and a drought-sensitive olive cultivar. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 85(4): 289-294.

Fu QS, Yang RC, Wang HS, Zhao B, Zhou CL, Ren SX, Guo YD 2013. Leaf morphological and ultrastructural performance of eggplant (*Solanum melongena* L.) in response to water stress. Photosynthetica 51(1): 109-114.

Google Inc: Google Earth Pro 2022. www.google.com.tr/intl/tr/earth/download/gep/agree.html/

Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç MT 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği, İstanbul.

Huimin Y, Genxuan W 2001. Leaf stomatal densities and distribution in *Triticum aestivum* under drought and CO_ (2) enrichment. Acta Phytoecological Sinica 25(3): 312-316.

IUCN 2019. The IUCN Red List of Threatened Species. Red List Guidance Documents, IUCN standards and petitions committee, Guidelines for using the IUCN Red List Categories and Criteria.

Kaçar O, Azkan N 2010. Tıbbi bitki olarak sarı kantaron (*Hypericum perforatum* L.) ve halk sağlığındaki yeri, Dünya Gıda Dergisi 82-89.

Kılınç M, Kutbay G 2008. Bitki Ekolojisi, Palme Yayıncılık, Ankara, Türkiye.

Laajimi NO, Boussadia O, Skhiri FH, Teixeira da Silva JA, Rezgui S, Hellali R 2011. Anatomical adaptations in vegetative structures of Apricot tree (*Prunus armeniaca* L.) cv. 'Amor El Euch' grown under water stress. Fruit Vegetable and Cereal Science Biotechnology 5(2): 46-51.

Maltas E, Uysal A, Yıldıztugay E, Aladağ MO, Yıldız, Küçüködük M 2013. Investigation of Antioxidant and Antibacterial Activities of Some *Hypericum* Species. Fresenius Environmental Bulletin, 22(3a): 862-869.

Meidner H, Mansfield TA 1969. Physiology of Stomata. McGraw-Hill, London.

Perone R, De Rosa P, De Castro O, Colombo P 2013. Leaf and stem anatomy in eight *Hypericum* species (Clusiaceae). Acta Botanica Croatica 72(2): 269-286.

POWO 2022. Plants of the World Online. Royal Botanic Garden Kew. http://plantsoftheworldonline.org/

Robson NKB 1967. *Hypericum* L. In: Davis, P. H. (editor), Flora of Turkey and the east Aegean Islands Edinburgh University Press, Edinburgh. pp. 355-302.

Sakar M 1990. Polyphenolic constituents of *Hypericum salsugineum*. Fitoterapia 61(5): 478pp.

Tıpırdamaz R, Duman H ve Baysal G 2010. Tuz Gölü ve Çevresindeki Bazı Endemik Halofit Bitkilerin Ekofizyolojisi, TUBİTAK-107T200.

Verma D, Singh S, Patel S, Singh MP 2022. Anatomical characterisation and foliar microscopy of *Hypericum perforatum* L. Indian Journal of Research in Homoeopathy 16(1): 21-30.

Yongping Z, Zhimin, Yongcheng W, Xia Z 2006. Stomatal characteristics of different green organs in wheat under different irrigation regimes. Acta Agronomica Sinica 32(1): 70-75.

URL-1<https://www.bizimbitkiler.org.tr/v3/demo/details.php?id=7866>, Erişim tarihi: 12.11.2022.

URL-2<https://www.bizimbitkiler.org.tr/v3/demo/details.php?id=7884>, Erişim tarihi: 12.11.2022.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Grafen oksit katkılı fotokatalizörlerin geliştirilmesi

Pelin KILCI[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0262-619X*), Banu ESENCAN TÜRKASLAN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3948-6207*)

[*1] Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: pelinnkilci@hotmail.com

Özet

Son yıllarda atık sulardan kaynaklanan boya ve pigmentasyon kontaminasyonlarının en aza indirilmesi için yeni malzemeler ve prosesler geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. Suların organik kirleticilerden uzaklaştırılması için düşük maliyetli, basit ve pratik olarak adsorpsiyonu fotokatalitik bozunma tekniğiyle birleştirmek, fotokatalizör nanopartikülleri için adsorban görevi görmekte ve atık sulardan boyaların uzaklaştırılması kolaylaşmaktadır. Son yıllarda özellikle organik kirleticileri temizlemek için yarı iletkenlerin fotokatalizör olarak kullanılması etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Metal oksit fotokatalizörlerden biri olan tungsten oksit (WO_3), kimyasal ve fotokimyasal kararlılık özelliği ile yarı iletkenler arasında fotokataliz uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. WO_3'ün düşük adsorpsiyon bant aralığına sahip olması ve yüksek rekombinasyonu gibi olumsuz özelliklerinden dolayı kullanımı kısıtlanmaktadır. Metal oksit nanoyapılarının fotokatalitik performanslarını geliştirmek için grafen ve türevleri ile kompozit yapıların oluşturulması geliştirilen yöntemlerden biridir. Bu çalışmada, in situ sentez yöntemiyle tungsten oksit/grafen oksit (WO_3/GO) nanokompozit yapılarının sentezlenerek metilen mavisi (MM) gideriminde fotokatalitik etkinliğinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Nanokompozit yapılar SEM ve FTIR karakterizasyonları ile aydınlatılmıştır. WO_3/GO nanokompozitin fotokatalitik aktivitesi MM boya adsorpsiyonu ve görünür ışık altında fotokatalitik bozunma aktivitesi UV-vis spektroskopisi ile değerlendirilmiştir. Sentezlenen WO_3/GO nanokompozit yapının, organik boyar maddenin ayrışması için yüksek fotokatalitik aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tungsten oksit, Grafen oksit, Metilen mavisi, Fotokataliz

Development of graphene oxide doped photocatalysts

Abstract

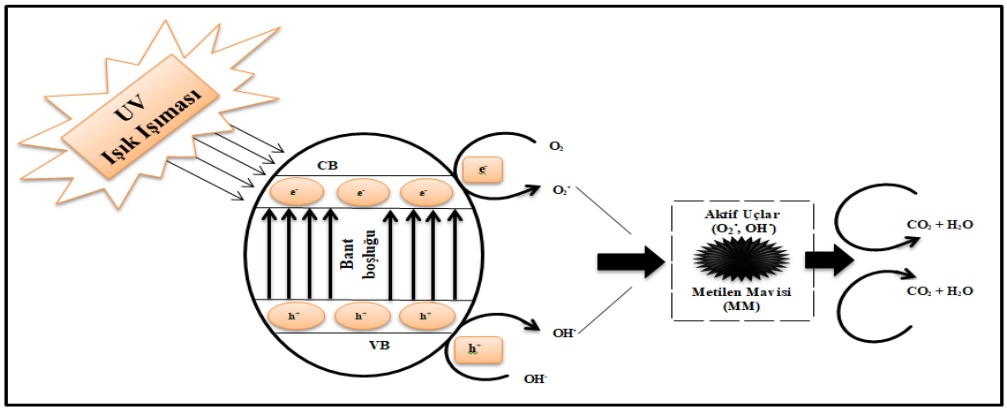
In recent years, in order to minimize dye and pigmentation contamination from wastewatere efforts to develop new materials and processes have gained momentum. Combining adsorption with photocatalytic degradation technique in a low-cost, simple and practical way to remove organic pollutants from water acts as an adsorbent for photocatalyst nanoparticles and facilitates the removal of dyes from wastewater. Especially the use of semiconductors as photocatalysts has been accepted as an effective method, to clean organic pollutants. Tungsten oxide (WO_3), one of the metal oxide photocatalysts, is widely used in photocatalysis applications among semiconductors with its chemical and photochemical stability. The use of WO_3 is restricted due to its negative properties such as low adsorption band gap and high recombination. In order to improve the photocatalytic performance of metal oxide nanostructures, the formation of composite structures with graphene and its derivatives is one of the developed methods. In this study, it was aimed to improve the photocatalytic efficiency of methylene blue (MB) removal by synthesizing tungstenoxide/graphene oxide (WO_3/GO) nanocomposite structures by in situ synthesis method. Nanocomposite structures were examined by SEM and FTIR characterizations. Photocatalytic activity of WO_3/GO nanocomposite was evaluated by MB dye adsorption and photocatalytic degradation activity under visible light by UV-vis spectroscopy. It was observed that the synthesized WO_3/GO nanocomposite structure showed high photocatalytic activity for the decomposition of organic dyestuff.

Keywords: Tungsten trioxide, Graphene oxide, Methylene blue, Photocatalysis

GİRİŞ

Son yıllarda dünya çapında temiz su kaynaklarına ulaşmak önemli bir sorun haline gelmiştir. Nüfustaki üstel artış, sulama uygulamaları ve hızlı sanayileşme ile birlikte su kaynaklarının çeşitli kimyasal ve biyolojik ajanlarla kirlenmesi endişe verici bir oranda artmaktadır (Sousa ve ark., 2018). Sulardaki kirletici boyaları

arıtmak için adsorban kullanarak adsorpsiyon ve fotokatalitik bozunma en etkili, basit, düşük maliyetli ve pratik yöntemler olarak kabul edilmektedir (Salehi ve ark., 2012). Boyalar, özellikle biyobozunur olmamaları, canlı dokularda birikme potansiyelleri ve çok düşük konsantrasyonlar da dahi toksik etki gösterebilmelerinden dolayı insan sağlığı ve ekosistemdeki diğer canlılar için önemli bir tehdit unsuru olarak görülmektedir. Metilen mavisi (MM), fotodegredasyon ve adsorpsiyon yöntemlerinde sentezlenen solüsyonun renk gideminde kolaylıkla gözlemlenebilmesi açısından sıklıkla tercih edilmektedir (Khojasteh ve ark., 2018).
Metal oksit malzemeler, çeşitli uygulama alanlarında kullanımlarından dolayı literatürde önemli bir yere sahiptir (Hossain ve ark., 2019; Alam ve ark., 2022). Bu malzemeler arasında çevre dostu bir n-tipi yarı iletken olan tungsten oksitin (WO_3), görünür aralıktaki ışık absorpsiyonu sayesinde iyi bir fotokatalizör olduğu bildirilmiştir (Weng ve ark., 2014; Fu ve ark., 2015). Ancak, iletim bandı konumu ve elektron-deliği rekombinasyonu eğilimiyle, WO_3 zayıf bir aktivite göstermektedir (Bai ve ark., 2014; Cao ve ark., 2010). WO_3'ün fotokatalitik aktivitesini geliştirmek için katkılanması etkili bir yaklaşım olarak görülmektedir (Zheng ve ark., 2011; Singh ve ark., 2020) (Şekil 1).



Şekil 1. Fotokatalitik bozunma süreci

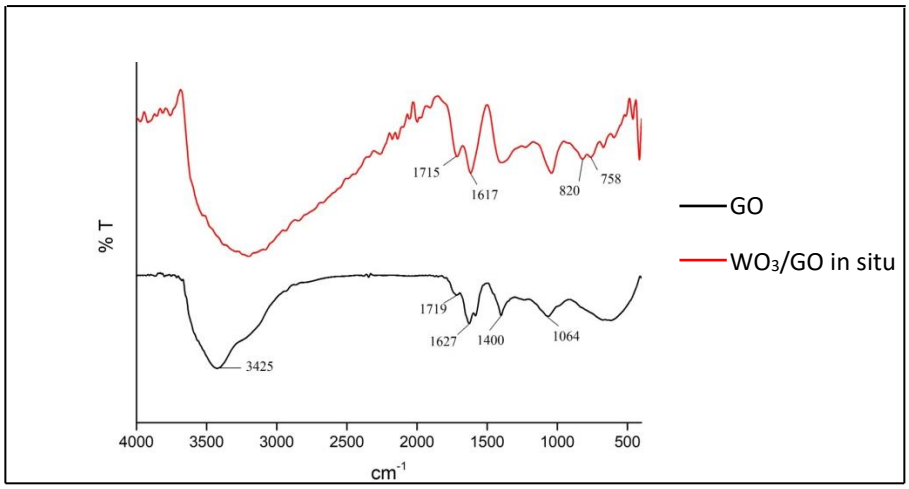
Son zamanlarda karbon bazlı kompozitler, fotokatalitik alanda potansiyel uygulamaları nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Grafen, benzersiz 2D yapısı, geniş teorik yüzey alanı ve yük taşıyıcılarının mükemmel hareketliliği nedeniyle yüksek performanslı fotokatalizörlerin yapımında büyük ilgi görmektedir (Pu ve ark., 2017). Grafen oksit (GO)'in oksijen içeren fonksiyonel grupları ve yapısında bulunan grafen iskeleti sayesinde farklı uygulamalarda kullanılması üstün özellikler gösteren bir malzeme olduğunu göstermektedir. GO geniş yüzey alanıyla yüksek mekanik, termal ve optik özellikleriyle kimyasal/elektrokimyasal açıdan kararlı bir yapıdadır. Bu nedenle GO, içeriğindeki fonksiyonel gruplar sayesinde boya molekülleri ile arasında hidrojen bağları ve elektrostatik etkileşimler kurarak, yüksek adsorpsiyon bölgelerinin varlığıyla iyi adsorban özelliğine sahip ve MM'de kısa sürede dengeye ulaşabilen bir adsorban olarak boya adsorpsiyonunda uygun bir aday haline gelmiştir (Nguang ve ark., 2017; Dai ve ark., 2018).
Bu çalışmada, yenilenebilir enerji elde etme yöntemlerinden biri olan yüksek verimli fotokatalizörlerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda tungsten oksit/grafen oksit (WO_3/GO), in situ sentez yöntemiyle elde edilen nanokompozit yapının görünür ışık altında MM boyasında fotokatalitik etkinliği değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE METOD

Tungsten oksit/grafen oksit (WO_3/GO) nanokompozit sentezi için flake grafit, sülfürik asit (H_2SO_4) ve tungsten karbür (WC) tozu buz banyosunda karıştırıldıktan sonra belirlenen oranlarda potasyum permanganat ($KMnO_4$) sürekli karıştırarak kademeli olarak ilave edilmiştir. Karışım 2 saat daha karıştırılıp hidrojen peroksit (H_2O_2) ilave edildikten sonra elde edilen solüsyon santrifüjlenip 60°C'de 24 saat kurutulmuştur.
Sentezlenen WO_3/GO kompozitin fotokatalitik aktivitesini incelemek için adsorban olarak metilen mavisi (MM) boyası tercih edilmiştir. Boyar maddeyi simüle etmek için 20 ppm MM solüsyonu hazırlanmıştır. Çözeltilerden birine WO_3, diğer çözeltiye katalizör olarak WO_3/GO ilave edilmiştir. Adsorpsiyon-desorpsiyon dengesinin sağlanması için çözeltiler eşit miktarlarda ayarlanmış ve karanlıkta 30 dakika karıştırıldıktan sonra UV kabine konulmuştur. Solüsyonlar, 660 nm dalga boyunda MM'nin bozunmasını gözlemlemek için belirli aralıklarla kabinden alınmıştır.

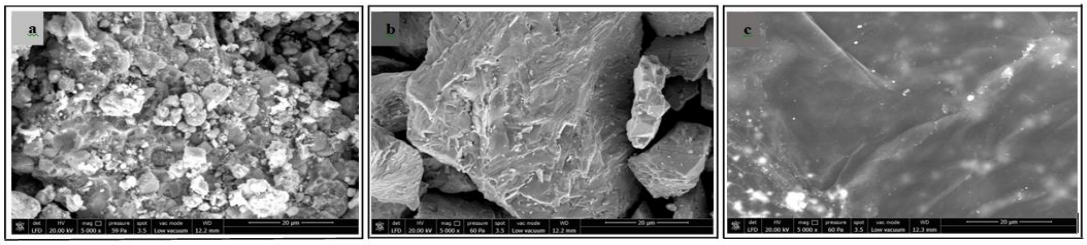
BULGULAR ve TARTIŞMA

Şekil 2'de GO ve WO_3/GO kompozitine ait FTIR spektrumu incelendiğinde GO'ya ait aromatik bağ (C=C) 1627cm^{-1}'de, epoksi bağı (C-O) 1400 cm^{-1}'de karbonil bağı (C=O) 1719 cm^{-1}'de, alkoksi bağı (C-O) 1064 cm^{-1} 'de ve hidroksil bağı (-OH) 3425 cm^{-1}'de olduğu görülmektedir. Sentezlenen kompozit yapısında O-W-O gerilme titreşimleri <1000 cm^{-1} altında kalan pikler olarak varlığını göstermiştir. In situ sentezlenen kompozit yapısında 1715 cm^{-1} ve 1617 cm^{-1}'de görülen bantlar C=C ve C=O titreşimlerine ait GO'nun kompozit yapıdaki varlığını göstermektedir.



Şekil 2. GO ve WO_3/GO in situ FTIR spektrumu

Şekil 3'de WO_3, WC ve WO_3/GO kompozitine ait SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 3. (a) WO_3, (b) WC, (c) WO_3/GO SEM görüntüleri

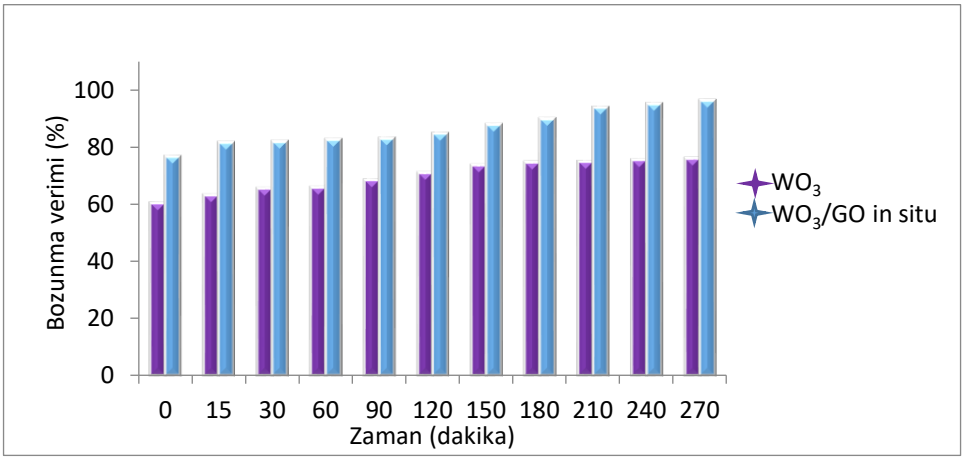
WO_3 yapısında, aralarda boşluklar gözlemlenen süngerimsi yapıdan oluşmuş ve WC'nin ise düzensiz bir dağılım sergilediği ve büyük tanelerden oluştuğu gözlemlenmiştir. WO_3/GO in situ sentez morfolojisinin GO ve WC arasında düzgün ara yüzey etkileşimleriyle homojen bir kompozit morfolojisi gözlemlenmiş ve aynı zamanda GO yüzeyinde WO_3'ün düzgün dağılımı, FTIR sonuçlarında gözlemlenen O-W-O titreşim bantların varlığını doğrulamıştır.

MM'nin sulu çözeltilerinden fotokatalitik etki performanslarını değerlendirmek için deneyler, sıcaklık ve çözelti hacmi sabit tutularak gerçekleştirilmiştir. Belirlenen zaman aralıklarında örnekler kabinden çıkarılmış, santrifüjlenip UV Spektroskopisi ile analiz edilmiştir. Aşağıda verilen bozunma verimliliği denkleminde C_0, t=0'daki maksimum absorpsiyonu ve C, bozunmadan sonraki maksimum absorpsiyon değerini ifade etmektedir. Bozunma verimliliği Denklem 1 kullanılarak hesaplanmıştır :

$$\eta\% = (1 - \frac{C}{C_0}) \times 100 \quad (1)$$

Bozunma verimliliği grafiğinde, 3 saatlik deney süresince, WO_3 ve WO_3/GO nanokompoziti sırasıyla %75.79 ve %96.30'luk en yüksek bozunma verimliliğine sahip olduğu görülmektedir. WO_3'ün iletim bandı ve

elektron-deliği yüksek rekombinasyonu gibi olumsuz özelliklerinin yapıya GO eklenmesiyle bozunma etkinliği oranının ve fotokatalitik aktivitenin artış gösterdiği Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Bozunma verimi ve zaman arasındaki ilişki

SONUÇ

Bu çalışmada, grafit ve WC kullanılarak in situ sentez yöntemiyle hazırlanan WO_3/GO kompozit yapısının fotokatalitik aktivitesi geliştirilmiştir. GO, Modifiye Geliştirilmiş Hummers metoduyla sodyum nitrat ($NaNO_3$) kullanmadan sentezlenmiştir. WO_3 ve WO_3/GO nanokompozitinin fotokatalitik bozunması katyonik bir boya olan MM'si kullanılarak gözlemlenmiştir. Zamana karşı çizilen grafikte, 3 saatlik deney sonrası zamanla fotokatalitik etkinliğin arttığı gözlenmiştir. Bozunma verimi grafiklerinde, WO_3'ün %75.79 oranında, WO_3/GO nanokompozitin ise %96.30 oranında ölçülmesi, kompozitin görünür ışık ışıması altında gelişmiş fotokataliz etkinliğinin geliştiğini göstermektedir. GO'nun geniş yüzey alanı, WO_3'ün düşük bant aralığı enerjisini geliştirerek ve yapının fotokatalitik etkinliğini iyileştirmiştir.

KAYNAKLAR

Alam MW, Al Qahtani HS, Souayeh B, Ahmed W, Albalawi H, Farhan M, Abuzir A, Naeem S 2022. Novel Copper-Zinc-Manganese Ternary Metal Oxide Nanocomposite as Heterogeneous Catalyst for Glucose Sensor and Antibacterial Activity. Antioxidants (Basel, Switzerland), 11(6), 1064.

Bai S, Zhang K, Sun J, Luo R, Li D, Chen A 2014. Surface decoration of WO3 architectures with Fe_2O_3 nanoparticles for visible-light-driven photocatalysis. CrystEngComm, 16(16), 3289.

Cao L, Yuan J, Chen M, Shangguan W 2010. Photocatalytic energy storage ability of TiO_2-WO_3 composite prepared by wet-chemical technique. Journal of Environmental Sciences, 22(3), 454-459.

Dai HJ, Huang Y, Huang HH 2018. Eco-friendly polyvinyl alcohol/carboxymethyl cellulose hydrogels reinforced with graphene oxide and bentonite for enhanced adsorption of methylene blue. Carbohydrate Polymers, 185, 1–11.

Fu L, Xia T, Zheng Y, Yang J, Wang A, Wang Z 2015. Preparation of WO_3-reduced graphene oxide nanocomposites with enhanced photocatalytic property. Ceramics International, 41(4), 5903–5908.

Hossain S, Chu WS, Lee CS, Ahn SH, Chun DM 2019. Photocatalytic performance of few-layer Graphene/WO_3 thin films prepared by a nano-particle deposition system. Mater. Chem. Phys, 226, 141–150.

Khojasteh H, Salavati-Niasari M, Sangsefidi FS 2018. Photocatalytic evaluation of RGO/TiO_2 NWs/Pd-Ag nanocomposite as an improved catalyst for efficient dye degradation. Journal of Alloys and Compounds, 746, 611–618.

Nguang, SY, Wong SR, Law JS, Khoo LC, Lam WH, Chan ES, Moh PY 2017. Enhancing adsorption property of Engelhard Titanosilicate-10 through incorporation of graphene oxide. Microporous and Mesoporous Materials, 252, 125–139.

Pu S, Zhu R, Ma H, Deng D, Pei X, Qi F, Chu W 2017. Facile in-situ design strategy to disperse TiO_2 nanoparticles on graphene for the enhanced photocatalytic degradation of rhodamine 6G. Applied Catalysis B: Environmental, 218, 208–219.

Salehi M, Hashemipour H, Mirzaee M 2012. Experimental Study of Influencing Factors and Kinetics in Catalytic Removal of Methylene Blue with TiO_2 Nanopowder. American Journal of Environmental Engineering, 2, 1-7.

Singh P, Shandilya P, Raizada P, Sudhaik A, Rahmani-Sani A, Hosseini-Bandegharaei A 2020. Review on various strategies for enhancing photocatalytic activity of graphene based nanocomposites for water purifcation. Arab J Chem 13, 3498–3520.

Sousa JCG, Ribeiro AR, Barbosa, MO, Pereira, MFR, Silva, AMT 2018. A review on environmental monitoring of water organic pollutants identified by EU guidelines. Journal of Hazardous Materials, 344, 146–162.

Weng B, Wu J, Zhang N, Xu Y-J 2014. Observing the Role of Graphene in Boosting the Two-Electron Reduction of Oxygen in Graphene–WO_3 Nanorod Photocatalysts. Langmuir, 30(19), 5574–5584.

Zheng H ve Mathe M 2011. Hydrogen evolution reaction on single crystal WO_3/C nanoparticles supported on carbon in acid and alkaline solution. International journal of hydrogen energy, 36(3), 1960-1964.

➢ *ORAL PRESENTATION*

On Some Novel Trends in Modeling Microepilepsy

Sergey Borisenok[1,2*](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1992-628X*)

*[1]Department of Electrical and Electronics Engineering, Faculty of Engineering,
Abdullah Gül University, Kayseri, Türkiye.
[2]Feza Gürsey Center for Physics and Mathematics, Boğaziçi University, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: sergey.borisenok@agu.edu.tr

Abstract

The novel and prominent method of multiscale recordings of microscopic brain activity reveal the dynamic spatial structure of the neural processes and allow prediction of the appearance of microepileptic seizures It combines the achievements of the experimental methods with the advanced theoretical background to describe the fine features of the brain activity at the scales of small neural populations. The great experimental progress in detecting micro-epileptic behavior is based on using micro-electrocorticography electrode arrays. It allows the identification of the approximate onset region for the spatially distributed seizures. Nevertheless, the experimental data sets demand the development of numerical simulation techniques to model the experiment. Especially, the feedback control algorithms still are not enough studied for the purpose of driving the excitation level of small neural clusters. In this article we focus on the ODE model for the small-scale epileptic seizures developed in 2020 recently by Tomanik, and re-formulated in a simplified manner by Ahmed. We add the control inputs to the dynamical equations and derive the feedback algorithm based on the speed gradient method to drive efficiently the rates of the excited and unexcited populations of cells in the small neural clusters. Then we present an example of suppressing hyperexcited dynamics and discuss possible developments and applications of our algorithm. The development of feedback control algorithms for Tomanik's and similar types of models open a gate for the novel technique of detecting and suppressing seizures in the small populations of neuron clusters. The model discussed here can be easily extended to the case of drug-resistant seizures and other cases of micro-epilepsy.

Keywords: Epileptic seizures, Tomanik-Ahmed model, Speed gradient feedback control.

INTRODUCTION

The recent progress in the description of epilepsy at the level of small-scale neuron populations (Kim et al, 2009; Abdullahi and Adamu, 2017; Namiki et al, 2020) still demonstrates the lack of theoretical modeling methods for efficient prediction and driving the epileptiform behavior in the neural clusters (Rosenow, 2001; Li et al, 2021).

The novel and prominent method of multiscale recordings of microscopic brain activity reveal the dynamic spatial structure of the neural processes and allow the prediction of the appearance of microepileptic seizures (Schevon et al, 2019; Yang et al, 2021). It combines the achievements of the experimental methods with the advanced theoretical background to describe the fine features of brain activity at the scales of small neural populations.

The great experimental progress in detecting micro-epileptic behaviour is based on using micro-electrocorticography electrode arrays (Sun et al, 2022). The records coming from the electrode contacts are spatially averaged, and the number of detected microseizures decreased rapidly with increasing contact diameter and decreasing contact density (Stead et al, 2010). It allows the identification of the approximate onset region for the spatially distributed seizures (Sun et al, 2022).

Nevertheless, the experimental data sets demand the development of numerical simulation techniques to model the experiment (Hill et al, 2018). Especially, the feedback control algorithms still are not enough studied for the purpose of driving the excitation level of small neural clusters.

In this article we focus on the ODE model for the small-scale epileptic seizures developed recently in (Tomanik, 2020) and re-formulated in a simplified manner in (Ahmed, 2020). We add the control inputs to the dynamical equations and derive the feedback algorithm based on the speed gradient method (Fradkov, 2007) to drive efficiently the rates of the excited and unexcited populations of cells in the small neural clusters.

Then we present an example of suppressing hyperexcited dynamics and discuss possible developments and applications of our algorithm.

MATHEMATICAL MODELS AND CONTROL METHODS

Tomanik Model for the Epileptic Seizures

Here we focus on the Tomanik model for epileptic seizures based on the complex network approach (Tomanik, 2020). Tomanik proposed to study the three levels of the excitations for the cells participating in the seizure: the low (unexcited) population *L*, the medium excited population *M*, and the high (excited) population *H*. Their dynamics are covered with the coupled set of three ODEs:

$$\begin{aligned} \frac{dL}{dt} &= aL\cdot(1-L)-H\ ; \\ \frac{dM}{dt} &= bL-H\ ; \\ \frac{dH}{dt} &= cL+M-d\cdot H\ . \end{aligned} \tag{1}$$

Here *a*, *b*, *c* and *d* are positive constants. The populations *L*, *M*, *H* are normalized such that the value 1 corresponds to 100% of the cells.

In this paper we use the reduced model (without the medium set *M*) (Ahmed, 2020):

$$\begin{aligned} \frac{dL}{dt} &= aL\cdot(1-L)-H+u_L(t); \\ \frac{dH}{dt} &= cL-d\cdot H+u_H(t). \end{aligned} \tag{2}$$

In RHS(2) we added the control inputs $u_L(t)$ and $u_H(t)$ serving for the external stimulation of the unexcited cells to drive them to the excitation or, vise versa, to inhibit them.

For that we define the target time-dependent populations $L_T(t)$ and $H_T(t)$ which should be achieved as a result of our feedback control, i.e. the control goal is *tracking*. If the target populations L_T and H_T are constants, the control goal is called *stabilization*.

Speed Gradient Method

Fradkov's speed gradient method (Fradkov, 2007) is based on the definition of the observing non-negative differentiable target function ψ:

$$\psi_G=\frac{1}{2}\left(G-G_T\right)^2\ , \tag{3}$$

where $G=\{L, H\}$ in our case, and the forming the g2D-vector gradient-based control signal:

$$\mathbf{u}=\begin{pmatrix}u_L\\u_H\end{pmatrix}=-\gamma\cdot\nabla_{\mathbf{u}}\left(\frac{d\boldsymbol{\psi}}{dt}\right);\quad \boldsymbol{\psi}=\begin{pmatrix}\psi_L\\\psi_R\end{pmatrix}\ . \tag{4}$$

In (4) the gradient operator acts in the space of control parameter **u** (2-dimensional in our case), and algorithm (4) minimizes the target function (3). The positive constant γ in (4) is an inverse scale for the characteristic gradient control time.

Example: Suppressing Hyperexcited Dynamics

In this example, we apply the speed gradient control only on the excited cells to suppress their dynamics. Let's choose the control signal $u_L = 0$, and the target for the H-population is to stabilize it at the zero level: $H_T = 0$. That implies:

$$\psi_H = \frac{1}{2} H^2 \ , \tag{5}$$

and the control signal becomes:

$$u_H = -\gamma \frac{\partial}{\partial u_H} \left(\frac{d\psi_H}{dt} \right) \tag{6}$$

(for one-dimensional control the gradient is reduced to the partial derivative).

Substitution (5) to (6) provides:

$$u_H = -\gamma \frac{\partial}{\partial u_H} \left(H \frac{dH}{dt} \right) \ , \tag{7}$$

And after the computation of the partial derivative we get:

$$u_H = -\gamma \cdot H \ . \tag{8}$$

Thus, in this particular case, the speed gradient control is reduced to the re-scaling of the constant d in the RHS(1). For further computation, we consider d to be included in γ.

Numerical simulations for the control (8) are shown in Fig.1. Here $L(0) = 0.5$, $H(0) = 0.5$, $a = b = 1$, and the control scale $\gamma = 50$.

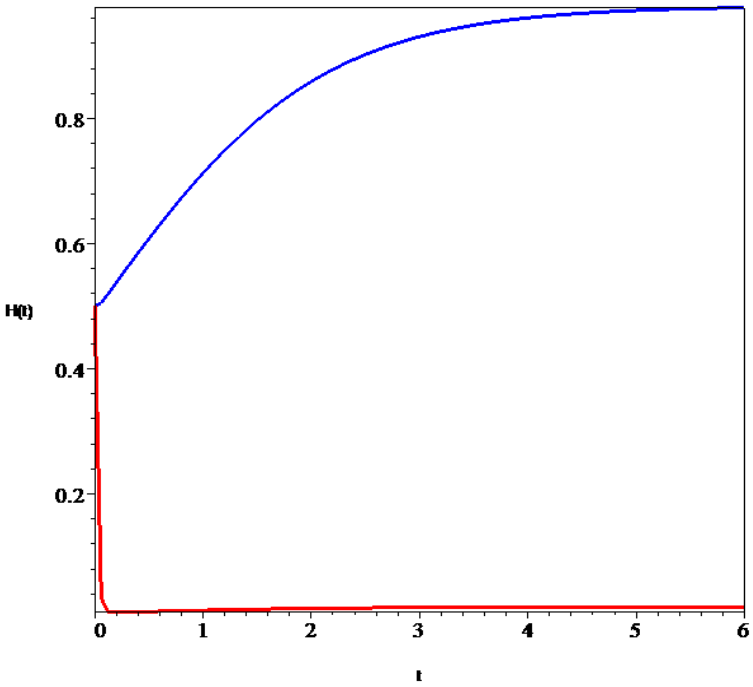


Figure 1. Suppressing excited dynamics in the small neural cluster for the unexcited (blue) and excited (red) cell populations.

We can see that the excited population (red color) is stabilized at the time scale $1/\gamma$ and stays at this target zero level. The stabilization of the unexcited level (blue color) appears later.

RESULTS AND DISCUSSION

The detection and suppression of the epileptiform behavior can be described in the small neural populations via the control over the excited and hyper-synchronized cells in the frame of the complex network approach.

The set of ODE models of type (1) for different levels of excitation (low, medium and high) can be equipped with the control mechanisms for efficient driving (stabilization or tracking) of the target neuron populations for each of these levels.

The control model proposed here can cover alternative methods of the feedback control: gradient algorithms of Fradkov's type (Fradkov, 2007) and the 'synergetic' algorithms of Kolesnikov's type (Kolesnikov, 2012) forming the artificial target attractors in the dynamical system.

The achievement of the control goal in the speed gradient is provided by the Fradkov-Pogromsky theorem (Fradkov and Pogromsky, 1998) for the task of stabilization. For the tracking goals, it should be investigated separately.

CONCLUSION

Development of feedback control algorithms for Tomanik's and similar types of the models open a gate for novel technique of detecting and suppressing seizures in the small populations of neuron clusters.

The model discussed here can be easily extended to the case of drug-resistant seizures (Kwan et al., 2011) and other cases of micro-epilepsy.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Abdullah Gül University Foundation, Project "Feedback control of epileptiform behavior in the mathematical models of neuron clusters".

REFERENCES

Abdullahi AT and Adamu LH 2017. Neuronal network models of epileptogenesis. Neurosciences (Riyadh), 22(2): 85-93.

Ahmed E 2020. On a simple mathematical model for epilepsy motivated by networks. Current Trends on Biostatistics and Biometrics, 2(4): 247.

Fradkov AL 2007. Cybernetical Physics: From Control of Chaos to Quantum Control. Berlin, Heidelberg: Springer.

Fradkov AL and Pogromsky AY 1998. Introduction to Control of Oscillations and Chaos. World Scientific: Singapore.

Hill M, Rios E, Sudhakar SK et al. 2018. Quantitative simulation of extracellular single unit recording from the surface of cortex. Journal of Neural Engineering, 15: 056007.

Kim JW, Roberts JA, Robinson PA 2009. Dynamics of epileptic seizures: Evolution, spreading, and suppression. Journal of Theoretical Biology, 257(4): 527-532.

Kolesnikov A. 2012. Synergetic Control Methods of Complex Systems. Moscow: URSS Publ.

Kwan P, Schachter SC, Brodie MJ 2011. Drug-resistant epilepsy. The New England Journal of Medicine, 365(10): 919-926.

Li H, Zhang Q, Lin Z, Gao F 2021. Prediction of epilepsy based on tensor decomposition and functional brain network. Brain Sciences, 11(8): 1066.

Namiki T, Tsuda I, Tadokoro S et al. 2020. Mathematical structures for epilepsy: High-frequency oscillation and interictal epileptic slow (red slow). Neuroscience Research, 156, 178-187.

Rosenow F 2001. Presurgical evaluation of epilepsy. Brain, 124:1683-1700.

Schevon CA, Tobochnik S, Eissa T et al. 2019. Multiscale recordings reveal the dynamic spatial structure of human seizures. Neurobiology of Disease, 127: 303-311.

Stead M, Bower M, Brinkmann BH et al. 2010. Microseizures and the spatiotemporal scales of human partial epilepsy. Brain, 133: 2789-2797.

Sun J, Barth K, Qiao Sh, et al. 2022.Intraoperative microseizure detection using a high-density micro-electrocorticography electrode array. Brain Communications, 4(3): fcac122.

Tomanik GH 2020. Predicting epileptic seizures using complex networks. Available at: https://lupinepublishers.com/biostatistics-biometrics-journal/pdf/CTBB.MS.ID.000141.pdf

Yang JC, Paulk AC, Salami P et al. 2021. Microscale dynamics of electrophysiological markers of epilepsy. Clinical Neurophysiology, 132: 2916-2931.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Spectroscopic, Thermodynamic, Electronic, HOMO-LUMO, MEP and NLO Analyses of 3-(Benzyl)-4-(3-Acetoxy-4-methoxybenzylideneamino)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one

Songül BOY1* (ORCID: 0000-0002-6508-8600), Gül KOTAN2 (ORCID: 0000-0002-4507-9029), Haydar YÜKSEK 3 (ORCID: 0000-0003-1289-1800)

*1 Kafkas University, Ataturk Vocational School of Health Services, Kars, Turkey.
2Kafkas University, Kars Vocational School, Kars, Turkey
3Kafkas University, Faculty of Sciences and Letter, Department of Chem, Kars,Turkey
Corresponding author e-mail: * songulboy28@gmail.com

Abstract

In this work, a triazole derivative that is commonly employed in industry, healthcare, particularly the pharmaceutical sector, was theoretically analyzed. The spectroscopic, electronic, thermodynamic, HOMO-LUMO, MEP and NLO properties of molecule were calculated. The molecule optimized with 6-311G(d,p) basis set and B3LYP functional of density functional theory (DFT) method. The structural properties such as dipole moment (μ), the total energy, electronic properties (electron affinity, molecular softness, ionization potential, molecular hardness and electronegativity), thermodynamic of molecule were determined. The infrared (FT-IR) vibrational data of molecule were determined with Veda 4 software set. The ^{1}H and ^{13}C NMR calculations spectral data were obtained using the GIAO approach in the same basis set and than chemical shift values were compared with experimental data in literature. Also, the surface map such as MEP were obtained and thus, the electrophilic and nucleophilic moieties were shown on the compound. The nonlinear optical properties (NLO) were examined and the results were compared with the urea reference. Finally, the spectral and structural data of 1,2,4-triazole derivative compound were obtained and assessed in this theoretical study.

Keywords: B3LYP, DFT, MEP, NLO.

INTRODUCTION

Triazoles including three nitro atoms are five-membered heteroaromatic compounds. This properties of allows easy synthesis of new triazole derivatives. The triazole derivatives have wide usage areas in organic chemistry, pharmacology especially drug designe. Many studies on the evaluation of the biological of the triazoles have shown that the triazole compounds exhibit anti-fungal (Peyton et al, 2015; Shalini et al., 2011; Koltin & Hitchcock, 1997), anti-oksidant (Yüksek et al., 2006; Kotan, 2021), anti-bacterial (Al-Radadi et al., 2020; Boy et al., 2021), anti-cancer (Kamal et al., 2008), anti-tuberculos (Zhang et al., 2017), anti-HIV (Li et al., 2013) properties. The compound whose theoritical properties were investigated in this study is a triazole Schiff Base. The Schiff Baze compounds containe azomethine grup (-C=N-) and generaly obtaine by the reaction of aldehyde or ketone with primary amine (Berhanu et al., 2019). The Schiff Bazes which have important uses fields as organic chemistry, analitycal chemistry, metal chemistry have played effective role in coordination chemistry and bioinorganic chemistry (Uddin et al., 2020). Many study deal with the Schiff Bazes ligands and their complexes have reported that these compounds show anti-cancer (Zafar et al., 2021), anti-fungal (Chohan et al., 2010), anti-microbiyal (Manap, 2020) properties. In addition , these compounds are inclued in the structure of drugs used in the treatment of many diseases in medicine (Uddin et al., 2020). All theoretical calculations for the target compound were calculated with the Gaussian 09W program (Frisch et al., 2009). Firstly, molecule was optimized by using the DFT method (Frisch et al., 2009; Wolinski et al 1990). The theoretical calculations were performed by using optimized molecule with DFT(B3LYP)/6-311G(d,p). The experimental data obtained from the literature (Bahçeci et al., 2017). These values were compared and presented in tables and graphs.

RESULT AND DISCUSSION

Computational Details

The Gaussian 09W packet software (Frisch et al.,2009) was used to compute all quantum chemical calculations. The GaussView application was used to sketch the molecule Figure 1 depicts the geometric structure and formula that has been optimized. It is the molecule's most stable three-dimensional structure.

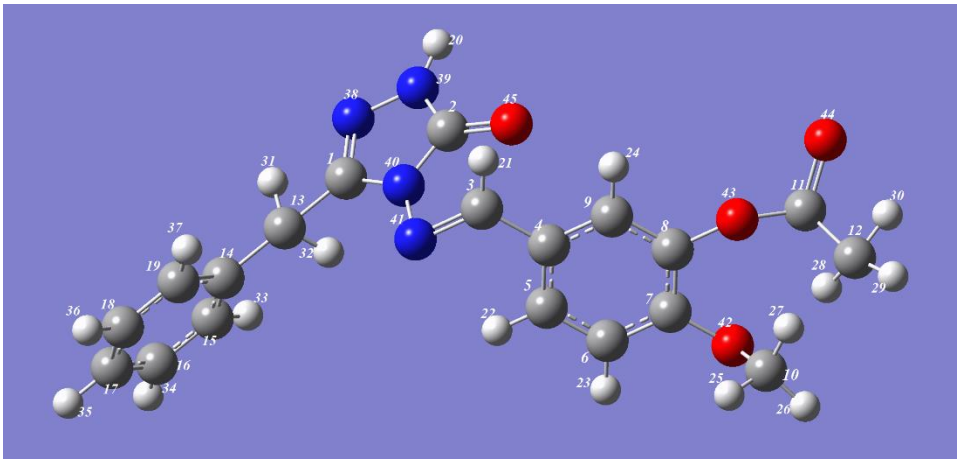


Figure 1. The Gaussview structure of the molecule.

^{1}H-NMR calculations

When compared to the experimental values taken from the literature , the theoretical ^{1}H-Nükleer magnetic rezonans chemical shift values were computed in gaseous and solvent (DMSO) environments and are displayed in Table 1. The "GIAO" method (Wolinski, 1990) was used to calculate the proton NMR chemical shift values. These values were then compared to the experimental data, regression analyses were performed, and graphs were created.

Table 1. ^{1}H/ ^{13}C-NMR(DMSO) isotropic chemical shifts (δ/ppm)

Atoms	Experimental	DFT	Differ/6-311G(d.p)
H20	11.9	7.46	4.44
H21	9.58	9.98	-0.40
H22	7.65	8.28	-0.63
H23	7.55	7.43	0.12
H24	7.17	7.18	-0.01
H25	3.85	3.40	0.45
H26	3.85	3.96	-0.11
H27	3.85	4.04	-0.19
H28	2.3	2.48	-0.18
H29	2.3	2.38	-0.08
H30	2.3	1.75	0.55
H31	4.05	4.05	0.00
H32	4.05	3.89	0.16
H33	7.3	7.73	-0.43
H34	7.2	7.58	-0.38
H35	7.27	7.44	-0.17
H36	7.2	7.52	-0.32
H37	7.3	7.62	-0.32

The relation between R values of the compound

There is such a relationship between R^2-values of the compound. B3LYP/6-311G(d,p) (DMSO): ^1H: 0.8303, These value for compound were seen in the Figure 2. Theoretical and experimental proton chemical shifts ratios between R^2 lineer a correlation were observed.

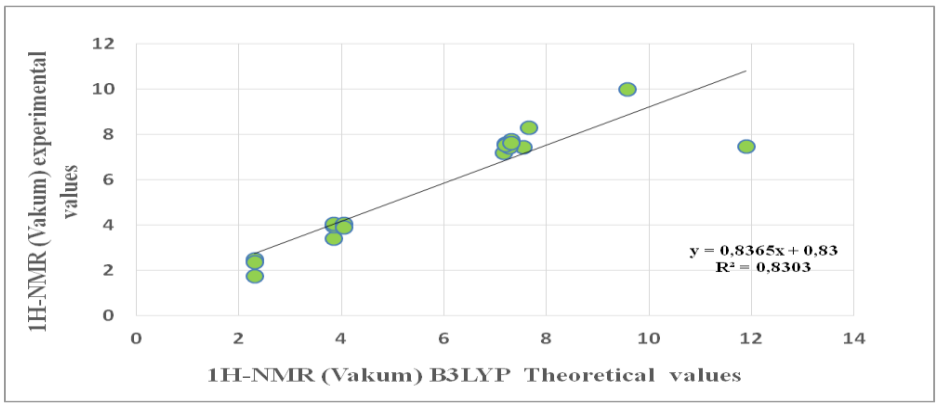


Figure 2. The correlation graphs for B3LYP 6-311G (d,p) /DMSO chemical shifts

The vibration frequency of the compound

Theoretically, scala values and IR values were calculated using the Veda 4F software (Jamroz et al., 2004). The harmonic vibrational frequency readings were scaled for the B3LYP level using 0.9688. (Merrich et al., 2007). In the data, a positive frequency was discovered. In accordance with DFT method, IR spectrums were drawn using the measured data. Theoretical and empirically obtained IR values were compared, and it was discovered that their values agreed.

Table 3. Significant vibrational frequencies (cm^{-1})

vibrational frequencies	Experimental IR	Scaled B3LYP
ν (NH)	3186	3565
ν (C=O)	1765, 1705	1806-1750
ν (C=N)	1604-1590	1613, 1593
ν (COO)	1276	1279



Figure 3. Experimental Theoretical IR spectrums simulated with B3LYP/6-311G(d,p)

The mulliken charge calculation

With the use of the 6-311G(d,p) basis set and the "B3LYP" approach, the molecule's mulliken charge values were computed. The mulliken atomic charges (Mulliken, 1955) of the electronegative N38-N41 atoms in the molecule were estimated as negative, while the mulliken charges of all protons in the molecule were computed as positive, according to the findings of the calculations with 6-311G(d,p). In addition, it was discovered that "C1, C2, C3, C7 and C8" atoms had positive mulliken charge values whereas other carbon atoms had negative values. This is due to the presence of one electronegative oxygen atom and two electronegative nitrogen atoms next to the C1, C2, and C3 atoms, respectively.

Table 6. The calculated mulliken charges datas B3LYP 6-311G (d,p)

	B3LYP		**B3LYP**
C1	0,357	**H24**	0,099
C2	3,535	**H25**	0,101
C3	0,128	**H26**	0,120
C4	-0,168	**H27**	0,115
C5	-0,001	**H28**	0,138
C6	-0,086	**H29**	0,136
C7	0,168	**H30**	0,141
C8	0,161	**H31**	0,152
C9	-0,004	**H32**	0,138
C10	-0,114	**H33**	0,086
C11	0,307	**H34**	0,093
C12	-0,296	**H35**	0,095
C13	-0,161	**H36**	0,096
C14	-0,122	**H37**	0,100
C15	-0,059	**N38**	-0.216
C16	-0,097	**N39**	-0,312
C17	-0,087	**N40**	-0,383
C18	-0,091	**N41**	-0,205
C19	-0,038	**O42**	-0,388
H20	0,251	**O43**	-0,367
H21	0,142	**O44**	-0,371
H22	0,112	**O45**	-0,304
H23	0,102		

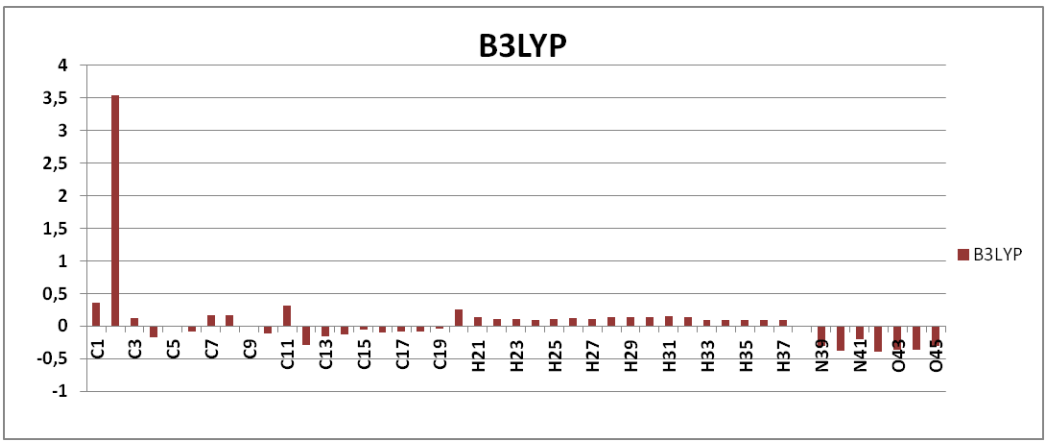


Figure 4. The calculated mulliken charges

FMO's Calculations

Quantum chemical characteristics, for example, E_{HOMO}, E_{LUMO}, and ΔE are useful indicators of a chemical's reactivity. The zone of reactivity at a molecule's border is indicated by the electron density of the molecule. Using DFT/6-311G(d,p), the frontier electron density was determined (Fukui et al., 1952) The excitation energy is determined as the difference between the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO) and the highest occupied molecular orbital (HOMO). This energy gap represents the stability of molecules. In a molecule, LUMO stands for an electron acceptor and HOMO for an electron donor (Amudha et al., 2022)

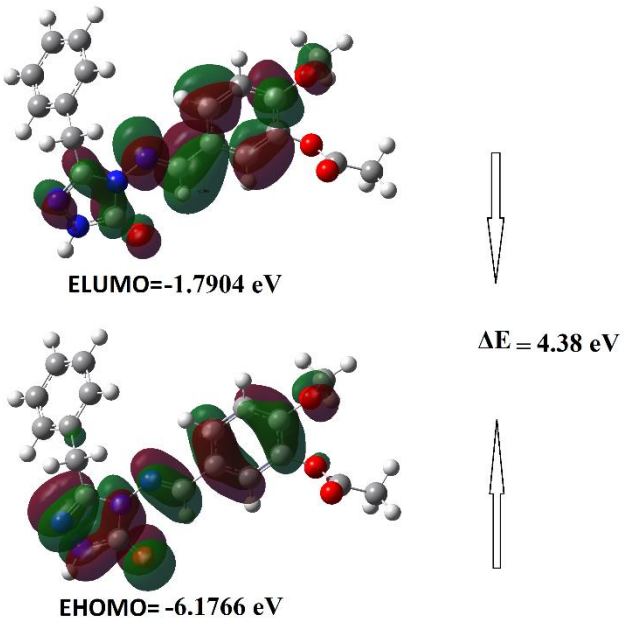


Figure 4. HOMO-LUMO energy of the molecule

Table 7. The calculated electronic structure parameters of the molecule

		Hatree	ev	kcal/mol	KJ/mol
	LUMO	-0,0658	-1,79046	-41,2897	-172,758
	HOMO	-0,227	-6,17683	-142,443	-595,989
A	Electron Affinity	0,0658	1,79046	41,2897	172,758
I	Ionization Potential	0,227	6,17683	142,443	595,989
ΔE	Energy gap	0,1612	4,38636	101,153	423,231
χ	electronegativity	0,1464	3,98365	91,8664	384,373
Pi	chemical potential	-0,1464	-3,98365	-91,8664	-384,373
ω	electrophilic index	0,000863748	0,0235	0,542	2,26777
IP	Nucleophilic index	-0,01179984	-0,32108	-7,40443	-30,9805
S	molecular softness	12,4069	337,602	7785,4	32574,4
η	molecular hardness	0,0806	2,19318	50,5767	211,615

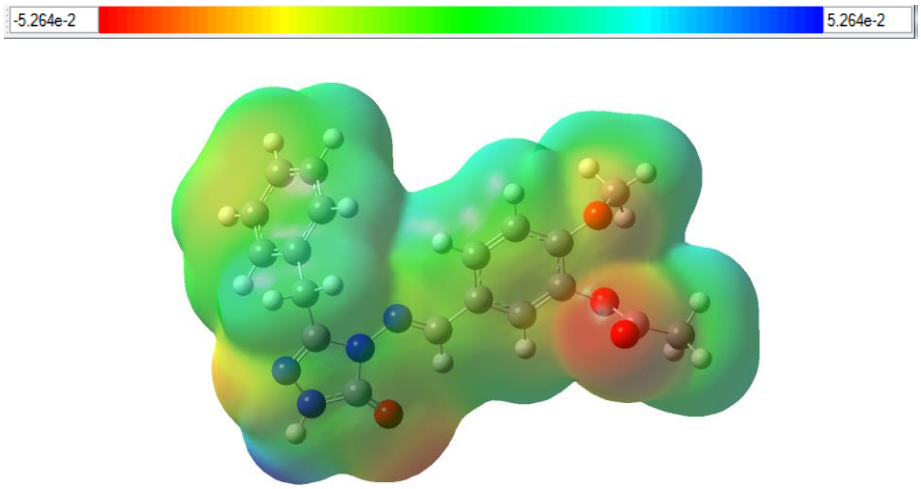


Figure 5. The calculated MEP map

Non-Linear Optic Analysis (NLO)

Numerous technologies, including optical computers, dynamic image processing, optical switches, dye lasers, telecommunication devices, and optical disks, have benefited greatly from the development of nonlinear optical (NLO) materials. As a result, efforts are being made to mimic several NLO-phores, including inorganic and organic semiconductors, naturally occurring and artificial nanomaterials, polymers and dyes (Fonseca et al., 2018; Halasyamani et al., 2017; Hussain et al., 2020; Deb et al., 2020; Guo et al., 2018). NLO parameters such as the total static dipole moment (μ), average linear polarizability (α), anisotropy of polarizability ($\Delta\alpha$), and first hyperpolarizability (β_{total}) were determined with B3LYP functional using 6-311G(d,p) basis set.
Polarizability ($\alpha xx, \alpha xy, \alpha yy, \alpha xz, \alpha yz, \alpha zz$)= 347.2495516; 34.860844; 263.7561871; 1.4105161; 7.1858105; 165.1231724 and HyperPolar ($\beta xxx, \beta xxy, \beta xyy, \beta yyy, \beta xxz, \beta xyz, \beta yyz, \beta xzz, \beta yzz, \beta zzz$) = -139.2929225; 1.2451982; 33.584864; 175.4535599; 42.7543767; -36.4465889; -32.4295204; 15.8601426; 54.6213466; -29.2101699 values, respectively were obtained. These values using assigned theoretical results are $\boldsymbol{\alpha_{total}}$: 38.341x10^{-24} esu, $\boldsymbol{\Delta\alpha}$: 23.402 x10^{-24} esu and $\boldsymbol{\beta^0}$: 20.83 x10^{-31} esu. The primary reference material for NLO qualities is the urea molecule. The NLO parameters for urea refereans according to literature are $\boldsymbol{\alpha_{total}}$: 5.07643717x10^{-24} esu, $\boldsymbol{\Delta\alpha}$: 2.13568262x10^{-24} esu and $\boldsymbol{\beta^0}$: 7.2228469891x10^{-31} esu (Kotan et al., 2022). The NLO values were 7.6, 11, and 2.8 times more than urea as compared to the reference material.

Table 8. The total energy $\mathbf{E_{total}}$ (Hatree), the electric dipole moment **μ** (Debye), the average polarizability $\boldsymbol{\alpha_{total}}$ (10^{-24} esu) and first hyperpolarizability $\boldsymbol{\beta_{total}}$ (10^{-31} esu) of molecule

	B3LYP
E_{total}	-1255.05045284
μx	0.8805
μy	-2.3122
μz	2.0732
μ_{Total}	3.2280
αxx	347.2495516
αxy	34.860844
αyy	263.7561871
αxz	1.4105161
αyz	7.1858105
αzz	165.1231724
α_{total}	38.341x10^{-24} esu
$\Delta\alpha$	23.402 x10^{-24} esu
βxxx	-139.2929225
βxxy	1.2451982
βxyy	33.584864
βyyy	175.4535599
βxxz	42.7543767
βxyz	-36.4465889
βyyz	-32.4295204
βxzz	15.8601426
βyzz	54.6213466
βzzz	-29.2101699
β_{total}	20.83 x10^{-31} esu

Thermodynamics properties

Thermodynamics parameters were calculated with B3LYP functionals in DFT method at the 6-311G(d,p) basis set at 298.150 K and under 1 atm pressure.

Table 10. The calculated thermodynamics parameters of the molecule

Rotational temperatures (Kelvin)	**DFT**
A	0.01477
B	0.00423
C	0.00348
Rotational constants (GHZ)	
A	0.30786
B	0.08815
C	0.07245
Thermal Energies E(kcal/mol)	
Translational	0.889
Rotational	0.889
Vibrational	232.220
Total	233.997
Thermal Capacity CV(cal/mol-K)	
Translational	2.981
Rotational	2.981
Vibrational	85.947
Total	91.908
Entropy S(cal/mol-K)	
Translational	43.587
Rotational	36.345
Vibrational	99.280
Total	179.212
Zero-point correction (Hartree/Particle)	0.348073
Thermal correction to Energy	0.372898
Thermal correction to Enthalpy	0.373842
Thermal correction to Gibbs Free Energy	0.288693
Sum of electronic and zero-point Energies	-1254.702380
Sum of electronic and thermal Energies	-1254.677555
Sum of electronic and thermal Enthalpies	-1254.676610
Sum of electronic and thermal Free Energies	-1254.761760
Zero-point vibrational energy (Kcal/mol)	218.41889

CONCLUSION

Some theoretical calculations of the target molecule were made. By comparing the proton nmr data with the experimental one, regression graphs were created. As a result, it was seen that there was a deviation in the ^{1}H-NMR because of the acidic proton (N-H). In addition, the reactivity of the molecule was calculated from the HOMO-LUMO energy difference and many electronic parameters were calculated using this difference. MEP surface map was created and as a result electrophile and nucleophile atoms were determined. Mulliken load values were found. IR vibration frequency values were calculated and compared with experimental data, their were in agreement with each other.

REFERENCES

Al-Radadi, N. S., Zayed, E. M., Mohamed, G. G., & Abd El Salam, H. A. (2020). Synthesis, spectroscopic characterization, molecular docking, and evaluation of antibacterial potential of transition metal complexes obtained using triazole chelating ligand. Journal of Chemistry, 2020.

Amudha, G., Santhakumari, R., Chandrika, D., Mugeshini, S., Rajeswari, N., & Sagadevan, S. (2022). Synthesis, growth, DFT, and HOMO-LUMO studies on pyrazolemethoxy benzaldehyde single crystals. *Chinese Journal of Physics*, *76*, 44-58.

Bahçeci, Ş., Yıldırım, N., Alkan, M., Gürsoy-Kol, Ö., Manap, S., Beytur, M., Yüksek, H. (2017). "Investigation of Antioxidant, Biological and Acidic Properties of New 3-Alkyl(Aryl)-4-(3-acetoxy-4-

methoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-ones", The Pharmaceutical and Chemical Journal, 4 (4), 91-101.

Berhanu, A. L., Mohiuddin, I., Malik, A. K., Aulakh, J. S., Kumar, V., & Kim, K. H. (2019). A review of the applications of Schiff bases as optical chemical sensors. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 116, 74-91.

Boy, S., Aras, A., Türkan, F., Akyıldırım, O., Beytur, M., Sedef Karaman, H., ... & Yüksek, H. (2021). Synthesis, Spectroscopic Analysis, and in Vitro/in Silico Biological Studies of Novel Piperidine Derivatives Heterocyclic Schiff-Mannich Base Compounds. Chemistry & Biodiversity, 18(12), 2100433.

Chohan, Z. H., Sumrra, S. H., Youssoufi, M. H., & Hadda, T. B. (2010). Metal based biologically active compounds: Design, synthesis, and antibacterial/antifungal/cytotoxic properties of triazole-derived Schiff bases and their oxovanadium (IV) complexes. European journal of medicinal chemistry, 45(7), 2739-2747.

Deb, J., Paul, D., Sarkar ,U. (2020). Density functional theory investigation of nonlinear optical properties of T-graphene quantum dots. J Phys Chem A 124:1312–1320 19.

Dennington II, R., Keith, T., Millam, J., *GaussView*, Semichem, Inc., Shawnee Mission, KS. 2007.

Fonseca, RD., Vivas MG., Silva, DL. et al (2018) First-order hyperpolarizability of triphenylamine derivatives containing cyanopyridine: molecular branching efect. J Phys Chem C 122:1770–1778 16.

Frisch, M.J., Trucks, G.W., Schlegel, H.B., Scuseria, G.E., Robb, M.A., Mennucci, B., Petersson, G.A., Nakatsuji, H., Caricato, M., Li, X. et al. (2009). *Gaussian 09, Revision C.01, Gaussian, Inc., Wallingford, CT.*

Fukui, K., Yonezawa, T., Shingu, H.J. (1952). A molecular orbital theory of reactivity in aromatic hydrocarbons, *J. Chem. Phys.* 20, 722-725.

Guo, L., Guo, Z., Li, X. (2018). Design and preparation of side chain electro-optic polymeric materials based on novel organic second order nonlinear optical chromophores with double carboxyl groups. J Mater Sci Mater Electron 29:2577–2584

Halasyamani, PS, Zhang, W. (2017). Inorganic materials for UV and deep-UV nonlinear-optical applications.12077–12085 17.

Hussain, A, Khan, MU, Ibrahim, M et al., (2020). Structural parameters, electronic, linear and nonlinear optical exploration of thiopyrimidine derivatives: A comparison between DFT/TDDFT and experimental study. J Mol Struct 1201:127183 18.

Jamróz, M.H. (2004). Vibrational Energy Distribution Analysis: VEDA 4 program, Warsaw.

Kamal, A., Shankaraiah, N., Devaiah, V., Reddy, K. L., Juvekar, A., Sen, S., ... & Zingde, S. (2008). Synthesis of 1, 2, 3-triazole-linked pyrrolobenzodiazepine conjugates employing 'click'chemistry: DNA-binding affinity and anticancer activity. Bioorganic & medicinal chemistry letters, 18(4), 1468-1473.

Koltin, Y., & Hitchcock, C. A. (1997). The search for new triazole antifungal agents. Current opinion in chemical biology, 1(2), 176-182.

Kotan, G., Manap, S., & Yüksek, H. (2022). Synthesis, Characterization, Antioxidant and DFT Studies of Some Novel Schiff Base Compounds. *Journal of Computational Biophysics and Chemistry*, *21*(1), 47-63.

Kotan, G., Novel Mannich Base Derivatives: Synthesis, Characterization, Antimicrobial and Antioxidant Activities. Letters in Organic Chemistry, 18(10), 830-841, (2021).

Li, Z., Cao, Y., Zhan, P., Pannecouque, C., Balzarini, J., De Clercq, E., & Liu, X. (2013). Synthesis and anti-HIV evaluation of novel 1, 2, 4-triazole derivatives as potential non-nucleoside HIV-1 reverse transcriptase inhibitors. Letters in Drug Design & Discovery, 10(1), 27-34.

Manap, S., (2022). Synthesis and in vitro Antioxidant and Antimicrobial Activities of Novel 2-Methoxy-4-[(3-alkyl/aryl-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-on-4-yl)-azomethine]-phenyl Furan-2-carboxylates and their N-Acetyl, N-Mannich Base Derivatives. Journal of the Iranian Chemical Society, 19, 1347–1368.

Merrick, J.P., Moran, D., Radom, L. (2007). An Evaluation of Harmonic Vibrational Frequency Scale Factors. *Journal of Physical Chemistry*, 111(45), 11683-11700.

Mulliken, R. S. (1955). Electronic population analysis on LCAO–MO molecular wave functions. I. *The Journal of Chemical Physics*, *23*(10), 1833-1840.

Peyton, L. R., Gallagher, S., & Hashemzadeh, M. (2015). Triazole antifungals: a review. Drugs Today, 51(12), 705-718.

Shalini, K., Kumar, N., Drabu, S., & Sharma, P. K. (2011). Advances in synthetic approach to and antifungal activity of triazoles. Beilstein journal of organic chemistry, 7(1), 668-677.

Uddin, M. N., Ahmed, S. S., & Alam, S. R. (2020). Biomedical applications of Schiff base metal complexes. Journal of Coordination Chemistry, 73(23), 3109-3149.

Wolinski, K. Hilton, J.F. and Pulay, P.J. (1990). *Am. Chem. Soc.*,. 112, 512.
Yüksek, H., Kol, Ö.G., Akdeniz, F., "Bazı Yeni Potansiyel Biyolojik Aktif Ftalimid Türevlerinin Sentezi", Kimya 2006, XX. Ulusal Kimya Kongresi, Kayseri, Bildiri Özetleri Kitabı, OKP-240, 2006.
Zafar, W., Sumrra, S. H., & Chohan, Z. H. (2021). A review: pharmacological aspects of metal based 1, 2, 4-triazole derived Schiff bases. European journal of medicinal chemistry, 222, 113602.
Zhang, S., Xu, Z., Gao, C., Ren, Q. C., Chang, L., Lv, Z. S., & Feng, L. S. (2017). Triazole derivatives and their anti-tubercular activity. European journal of medicinal chemistry, 138, 501-513.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Fonksiyonel gıdalar: Biyoaktif bileşenler ve sağlığa etkileri

Ayla DEVECİ[1] (*ORCID:https://orcid.org//0000-0003-2574-0251*), Haci Ahmet DEVECİ [*2] (*ORCID:https://orcid.org//0000-0002-3862-1991*)

[1] Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Mülkiyet Koruma ve Güvenlik Bölümü, Kilis, Türkiye
[*2] Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gaziantep, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: h.ahmet_deveci@hotmail.com

Özet

Beslenme, sağlıklı bir yaşamın sürdürülmesinde ve hastalıkların önlenmesinde önemli bir role sahiptir. Beslenme ve tıp bilimindeki gelişmelerle yaşlanma sürecinin gecikmesine bağlı olarak yaşam süresi ve kalitesi de artmıştır. Diğer taraftan insanların gıdaya ulaşmak için daha az fiziksel aktiviteye ihtiyaç duymaları ve fast-food tarzı beslenme alışkanlıklarının giderek yaygınlaşmasıyla birlikte obezite, diyabet, tansiyon, kanser, nörolojik ve kardiyovasküler hastalıklar gibi bazı sağlık sorunları daha sık görülmeye başlamıştır. Bu sebeple insanlar tükettikleri besinlerin nitelikleri ve sağlığa olan katkıları hakkında daha duyarlı ve daha bilinçli hale gelmişlerdir. Sağlıklı yaşam ile ilgili yapılan araştırmalar, doğru beslenme ve fiziksel aktivite alışkanlıklarının başta obezite olmak üzere birçok sağlık sorununun önlenmesinde önemli rol oynadığını göstermiştir. Bu durum son yıllarda giderek önem kazanan 'fonksiyonel gıda' kavramını ortaya çıkarmıştır. Yapılan birçok bilimsel çalışmada, fonksiyonel gıdaların içerisindeki özel etkili biyoaktif maddelerin hastalık gelişme riskini azalttığı ve sağlıklı bir yaşamın sürdürülmesinde etkili olduğu kanıtlanmıştır. Hangi besinde hangi biyoaktif maddenin olduğunun ve bu biyoaktif maddenin sağlayabileceği faydaların bilinmesi, insanların sağlıklı bir yaşam sürdürebilmeleri açısından önemlidir. Hazırlanan bu çalışmada fonksiyonel gıdalar, bunların biyoaktif bileşenleri ve sağlık üzerine etkileri son literatür bilgileri derlenerek verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Beslenme, Biyoaktif bileşenler, Fonksiyonel gıda, Sağlıklı yaşam

Functional foods: Bioactive components and health effects

Abstract

Nutrition plays an important role in maintaining a healthy life and preventing diseases. With the developments in nutrition and medical science, life expectancy and quality have increased due to the delay in the aging process. On the other hand, some health problems such as obesity, diabetes, blood pressure, cancer, neurological and cardiovascular diseases have started to be seen more frequently with people's need for less physical activity to reach food and the increasing prevalence of fast-food-style eating habits. For this reason, people have become more sensitive and more conscious about the qualities of the foods they consume and their contribution to health. Studies on healthy living have shown that proper nutrition and physical activity habits play an important role in preventing many health problems, especially obesity. This situation has revealed the concept of 'functional food', which has become increasingly important in recent years. In many scientific studies, it has been proven that the special effective bioactive substances in functional foods reduce the risk of disease development and are effective in maintaining a healthy life. Knowing which bioactive substance is in which food and the benefits that this bioactive substance can provide is important for people to lead a healthy life. In this study, functional foods, their bioactive components and their effects on health are given by compiling the latest literature information.

Keywords: Nutrition, Bioactive components , Functional food, Healthy living

1. GİRİŞ

Yirmi birinci yüzyılda dünya nüfusunun hızla artmasıyla birlikte sınırlı olan besin maddelerinin daha verimli kullanılması kaçınılmaz hale gelmiştir. Beslenme ve tıp bilimindeki gelişmeler sonucu yaşlanma sürecinin yavaşlatılmasına bağlı olarak yaşam süresi ve kalitesi de artmıştır. Bu gelişmelerle birlikte, insanlar tükettikleri besinlerin nitelikleri ve sağlığa olan katkıları hakkında daha duyarlı ve bilinçli hale gelmişlerdir (Güven ve Gülmez, 2006; Deveci ve ark.,2022). Günümüzde insanlar, sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek için normal beslenmenin ötesinde, sağlığa katkı sağlayan ekstra faydalı gıdalara yönelmektedir. Diğer taraftan insanlar gıdaya ulaşmak için daha az fiziksel aktiviteye ihtiyaç duymaları ve fast-food tarzı beslenme alışkanlıkları sonucu enerji dengesinin ayarlanmasında bazı problemler ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucu olarak obezite ile birlikte kronik ve teşhisi zor olan hastalıklar, kanser, diyabet tansiyon, kalp ve damar hastalıkları sıklıkla görülmeye başlamıştır (Karaduman, 2011; Deveci ve ark.,2022). Gelişmiş ülkelerde ortaya çıkan kronik hastalıkların risk faktörlerinden biri de sağlıksız beslenme alışkanlıklarıdır. Ancak, antioksidan bakımından zengin besinler kanser, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, Parkinson, Alzheimer, Multiple skleroz ve serbest radikallerin neden olduğu digger hastalıklara karşı koruyucu etki gösterebilmektedir (Adefegha, 2018; Ede ve Yalçın,2021; Deveci ve ark., 2022).

Son zamanlarda bazı gıda ve gıda bileşenlerinin hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde etkinliğinin bilimsel olarak ortaya konulmasıyla birlikte sağlığımızın korunmasında beslenme desteğinin önemi daha da artmıştır. Bu nedenlerle fonksiyonel gıdalar ve diğer doğal sağlık ürünleri toplum tarafından daha fazla tüketilir hale gelmiştir (Deveci ve ark., 2022)

2. FONKSİYONEL GIDALAR

Fonksiyonel gıdalar, vücudun temel besin ögesi gereksinimlerini karşılamanın yanında metabolik fonksiyonlarda, hastalıklardan korunmada ve sağlığın geliştirilmesinde rol alan, biyoaktif maddeler içeren gıda veya gıda bileşenleridir. Fonksiyonel gıda, besinin doğal formunda bulunan aktif bir bileşen olabileceği gibi, teknolojik işlemlerle biyoaktif unsurlarla zenginleştirilmiş ve böylece sağlık üzerinde olumlu etkileri olan bir besin de olabilir (Crowe ve Francis, 2013; Büyüktuncer, 2018; Almasi ve Fisunoğlu, 2020; Özkaya, 2021). Bir gıdanın, fonksiyonel gıda olarak tanımlanabilmesi için aşağıdaki bazı özellikleri taşıması gerekmektedir (Erenoğlu,2019; Deveci ve ark., 2022).

a) Fonksiyonel gıda, yiyecek formunda ve günlük beslenmemizin bir parçası olmalıdır.

b) Fonksiyonel gıdanın besleyici ve sağlığı olumlu etkilerinin beslenme bilimi ve tıp açısından sağlam temelleri olmalıdır.
c) Fonksiyonel gıda, vücut fonksiyonlarını iyileştirme veya hastalık riskini azaltma etkilerine sahip bir biyoaktif madde içermelidir.
d) Fonksiyonel gıdayı oluşturan biyoaktif bileşenler sağlığı tehdit edecek unsurlar içermemelidir
f) Fonksiyonel gıda içerisindeki gıda bileşeninin niceliksel ve niteliksel özellikleri tespit edilmiş olmalıdır.
g) Fonksiyonel gıda, herhangi bir işlem görerek fonksiyonel bir nitelik kazanmışsa besleyiciliğinde bir azalma olmamalıdır.
h) Fonksiyonel gıda, kesinlikle ilaç, kapsül, tablet yada bir başka gıda destek ürünü şeklinde olmamalıdır.

2.1. Fonksiyonel Gıdaların Kaynakları ve Sağlığa Etkileri

Fonksiyonel gıdalar ve bunların biyoaktif bileşenleri, insan sağlığının iyileştirilmesi ve kronik hastalık riskinin azaltılması için kapsamlı bir şekilde incelenmektedir. Fonksiyonel gıdaların sağlığa yararlı etkileri içerdikleri biyoaktif bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Artan bilimsel kanıtlar, bazı gıda

ve gıda bileşenlerinin insan vücudunda çeşitli biyolojik aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir. Tablo 1.'de bazı fonksiyonel gıdaların biyoaktif bileşenleri, kaynakları ve sağlığa faydaları gösterilmiştir (Abuajah ve ark., 2015; Deveci ve ark., 2022).

Tablo 1. Bazı fonksiyonel gıdaların biyoaktif bileşenleri, kaynakları ve sağlığa etkileri.

Biyoaktif Bileşenler	Kaynaklar	Sağlık Etkileri
Karotenoidler and Likopen		
Alfa-Karoten, Beta-Karoten, Lutein, Zeaksantin	Havuç, kabak, tatlı patates, ıspanak, domates, mısır, brokoli, narenciye, yumurta	Göz sağlığının korunmasını destekler. Serbest radikalleri nötralize eder Serbest radikalleri nötralize eder.
Likopen	Karpuz, kırmızı/pembe greyfurt, domates ve domates ürünleri	Prostat sağlığının korunmasını destekler. Serbest radikalleri nötralize eder
Diyet Lifleri		
Çözünür diyet lifi Çözünmeyen diyet lifi	Yulaf, arpa, fasulye, elma, psyllium tohumu kabuğu, narenciye tam buğday, pirinç	Koroner kalp hastalığı riskini azaltır
Yağ asitleri		
Tekli doymamış yağ asitleri	Zeytin ve kanola yağı	Koroner kalp hastalığı riskini azaltır
Çoklu doymamış yağ asitleri Omega-3 yağ asitleri Alfa-linolenik asit (ALA) Dokosaheksaenoik asit (DHA) Eikosapentaenoik asit (EPA)	Ceviz, keten tohumu, ton balığı, somon, diğer balık ve yağlar	Kalp, göz ve beyin sağlığının korunmasını destekler.
Konjuge linoleik asit (KLA)	Peynir, hindi, kuzu eti, dana eti	Kanser riskini azaltır.
Fenolikler		
Antosiyanidinler, Kateşinler, Flavononlar, Flavonlar, Lignanlar, Tanninler	Çilek, kiraz, üzüm, elma, tarçın, yer fıstığı, çay, keten, narenciye, çavdar	Serbest radikalleri nötralize eder. Kanser riskini azaltır.
Bitki stanolleri/sterolleri		
Stanoller/Steroller ve esterler	Mısır, soya, buğday, takviye edilmiş yiyecek ve içecekler	Koroner kalp hastalığı riskini azaltır.
Soya bitkiöstrojenleri		
Izoflavonlar: Daidzein, Genistein	Soya fasulyesi, soya bazlı gıdalar	Kemik sağlığını, sağlıklı beyin fonksiyonlarını ve bağışıklık sistemini destekler.
Prebiyotikler ve Probiyotikler		
İnülin, Polidekstroz Fruktooligosakkaritler **(Prebiyotikler)**	Tahıllar, soğan, sarımsak, meyveler, bal, takviye edilmiş yiyecek ve içecekler	Sindirim sistemi sağlığını ve kalsiyum emilimini destekler
Maya, Bifidobakteriler, Lactobasiller ve diğer bakteriler ***(Probiyotikler)***	Yoğurt, süt ürünleri	Sindirim sistemi ve bağışıklık sistemini destekler.
İzotiyosiyanatlar		
Sülforafan	Karnıbahar, brokoli, lahana, brokoli filizi	Detoksifikasyonda rol oynayarak antioksidan savunma sistemini destekler.

Fonksiyonel gıdalar kaynaklarına göre bitkisel ve hayvansal kaynaklı fonksiyonel gıdalar olarak ikiye ayrılmaktadır (Güven ve Gülmez, 2006; Özkaya, 2021, Deveci ve ark., 2022).

2.1.1. Bitkisel Kaynaklı Fonksiyonel Gıdalar

Bitkisel kökenli fonksiyonel gıdalara aynı zamanda fitokimyasallar adı verilmektedir. Fitokimyasallar meyve, sebze ve tahılda bulunan, günlük diyetle alınabilen ve insan metabolizmasını çeşitli hastalıklara karşı koruyan maddelerdir. Diyetle tüketilen sebze, meyve ve tahıllarda yaklaşık olarak 8000 farklı fitokimyasal bileşik bulunmaktadır (Çiçek, 2016; Yalçın, 2016; Özkaya, 2021, Deveci ve ark., 2022). Bu bileşikler; flavonoidler, karotenoidler, polifenoller, izoflavonlar, indoller, lignanlar, saponinler, organosülfür bileşikleri ve monoterpenlerdir. Bu bileşikler immünomodülatör, nöroprotektif, antikarsinojenik, antioksidan, antiinflamatuar, antibakteriyel, antiviral, antifungal, antialerjik ve antihipertansif etki göstermektedir. Özellikle son yıllarda birçok kronik hastalığın gelişmesinde etkili olan oksidatif stresin önlenmesi için antioksidan özellikli fitokimyasalların tüketilmesi önerilmektedir (Deveci ve ark., 2016; Özkaya, 2021, Deveci ve ark., 2022).

Fitokimyasallar antioksidan etkisini; reaktif oksijen/nitrojen türlerinin baskılanması için enzim üretimini aktive ederek göstermektedir. Antioksidanlar ilaç olarak alınmaktansa sebze ve meyve gibi doğal bitkisel kaynaklardan alınmalıdır. Antioksidanlar çeşitli sebze ve meyveler aracılığıyla ile dengeli bir şekilde alınırsa vücutta toksik boyutlara ulaşmaz. Böylece diğer fonksiyonel bileşenler sinerjistik etki ile fonksiyonel etkinin artmasına yardımcı olmaktadır (Liu, 2003; Prior, 2003; Deveci ve ark., 2022).

Akdeniz diyeti fitokimyasal açısından zengin bir beslenme modelidir. Akdeniz diyetinde zeytinyağı, baklagil, kuruyemiş, şarap, meyve ve sebze gibi yüksek fitokimyasal içeriğe sahip gıdaların tüketilmesiyle günlük 290 civarında fitokimyasal alımı sağlanmaktadır (Zhang ve ark., 2019; Özkaya, 2021). Fermente sebze, meyve ve tahıllar da birçok biyoaktif bileşene sahip olduklarından fonksiyonel besin olarak kabul edilmektedir. Geleneksel bitkisel fermente besinler arasında boza, tarhana, turşu, soya ürünleri, hardaliye, şalgam, sofralık zeytin, şarap ve bira yer almaktadır (Büyüktuncer, 2018; Torres, 2020; Özkaya, 2021).

2.1.2. Hayvansal Kaynaklı Fonksiyonel Gıdalar

Kırmızı et ve et ürünleri, deniz ürünleri ve fermente süt ürünleri hayvansal kaynaklı fonksiyonel gıda sınıfında yer almaktadırlar. Taurin, L-karnitin, kreatin ve KLA gibi besin ögelerini içerdiklerinden dolayı kırmızı et fonksiyonel gıda kabul edilmektedir. Geviş getiren hayvanların etlerinde ve süt ürünlerinde bol miktarda bulunan KLA antiaterojenik ve antikarsinojenik etki göstermektedir (Yalçın, 2016; Özkaya, 2021, Deveci ve ark., 2022).

Hayvansal kaynaklı fonksiyonel gıdalardan biri de fermente süt ürünleridir. Fermente süt ürünleri içerdikleri laktik asit bakterileri, biyoaktif bileşenlerler ve metabolitler nedeniyle fonksiyonel gıda olarak kabul edilmektedir. Fermente süt ürünlerinin hipokolesterolemik, antihipertansif, antioksidan, antimikrobiyal, antiaterojenik, antikarsinojenik ve antialerjenik etkilerinin olduğu bildirilmektedir (Güven ve Alkış, 2018; García-Burgos ve ark., 2020; Güven ve ark., 2021). Kefir, kımız, yoğurt, bazı peynir türleri ve diğer fermente süt ürünlerinin biyoaktif peptit içermeleri nedeniyle fonksiyonel gıda kabul edildiği, bunların düzenli tüketiminin *Bifidobakterium* ve laktik asit bakterilerinin sayısını artırdığı, *Enterobacteria* ve *Clostridia* sayılarını azalttığı bildirilmektedir (Guarner ve ark., 2012; García-Burgos ve ark., 2020).

Deniz ürünleri omega-3 yağ asitleri, antioksidanlar ve diğer biyoaktif bileşikler yönünden zengin olup, fonksiyonel gıda olarak kabul edilmektedir. Somon, ton, uskumru, sardalya gibi balıklarda bulunan omega-3 yağ asitleri en önemli hayvansal kaynaklı fonksiyonel gıdalardan biridir. Omega-3 yağ asitlerinin immün sistemi güçlendirdiği, kanser, diyabet ve kardiyovasküler hastalık riskini düşürdüğü, yaşa bağlı bilişsel gerilemeyi yavaşlattığı, dermatolojik, alerjik, psikolojik ve nörolojik hastalıkların klinik belirtilerini hafiflettiği bildirilmektedir (Schunck ve ark., 2018; Iwatani ve Yamamoto, 2019; Özkaya, 2021). Deniz algleri ve yağlı balıklar yüksek oranda DHA ve polisakkarit içermeleri nedeniyle antiaterojenik, antiinflamatuar, antihipertansif, antioksidan, antiviral ve antikarsinojenik etki göstermektedir (Yalçın, 2016; Özkaya, 2021, Deveci ve ark., 2022).

3. SONUÇ

Bireylerin gıdalara yönelik talep ve tutumlarının farklılaşması, gıda tedariğinin yeniden şekillenmesi, gıda sanayisindeki ileri teknoloji ve beslenme bilimindeki gelişmeler sağlık üzerine olumlu etkileri olabilecek yeni gıda ve gıda ürünlerinin keşfinin önünü açmıştır. Günümüzde beslenme bilimi, günlük beslenmenin yanında sağlığın korunmasını destekleyen gıdaların ve bunların biyoaktif bileşenlerinin belirlenmesi için yoğun araştırmalara

yönelmiştir. Bu da son yıllarda popüler bir kavram olan 'fonksiyonel gıda'' kavramını ortaya çıkarmıştır. Fonksiyonel gıdaların tüketimi ile toplumun daha sağlıklı beslenebileceği, yaşam kalitesinin artabileceği, hastalıkların engellenebileceği ve tedavi harcamalarının azalabileceği düşünülmektedir. Bu yüzden fonksiyonel gıda kaynaklarının belirlenmesi, fonksiyonel gıdaların içerisindeki biyoaktif bileşenlerin belirlenmesi ve bunların sağlığa etkilerinin belirlenmesi toplum sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir. Ayrıca fonksiyonel gıdalarla ilgili daha fazla araştırmanın yapılması ve desteklenmesi, objektif ve bilimsel ölçütlere dayalı uluslararası görüş birliğine varılması gerekmektedir. Bu amaçla hazırlanan bu çalışmada fonksiyonel gıdalar, bunların biyoaktif bileşenleri ve sağlık üzerine etkileriyle ilgili bilgiler, güncel literatür çalışmaları gözden geçirilerek verilmiştir.

KAYNAKÇA

Abuajah CI, Ogbonna AC, Osuji CM 2015. Functional components and medicinal properties of food: a review. J Food Sci Technol, 52: 2522–2529.

Adefegha SA 2018. Functional foods and nutraceuticals as dietary ıntervention in chronic diseases; novel perspectives for health promotion and disease prevention. J Diet Suppl., 15(6): 977-1009.

Almasi N, Fisunoğlu M 2020. Fonksiyonel besinlerin kolesterol metabolizması üzerinde etkisi. H.Ü. Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, (7)1: 69-91.

Büyüktuncer Z 2018. Beslenme, Fonksiyonel Besinler ve Mikrobiyota. Türkiye Klinikleri Beslenme ve Diyetetik-Özel Konular, 4(2): 9-15.

Çiçek B 2016. Fitokimyasallar ve immün sistem. Türkiye Klinikleri Beslenme ve Diyetetik-Özel Konular, 2(2): 36-41.

Deveci HA, Nur G, Görücü-Yılmaz Ş 2022. Overview of functional foods and nutraceuticals. Editor(s) Deveci HA. Functional Foods and Nutraceuticals: Bioactive Compounds. Lyon: Livre de Lyon; 1-14.

Deveci HA, Nur G, Kırpık MA, Harmankaya A, Yıldız Y 2016. Fenolik Bileşik İçeren Bitkisel Antioksidanlar. Kafkas Üniv Fen Bil Enst Derg., 9(1): 26-32.

Ede G, Yalçın H 2021. Fonksiyonel besinler hastalıkların tedavisinde ilaç olarak kullanılabilir mi? Current Perspectives on Health Sciences, 2(1): 19-28.

Erenoğlu NS 2019. Fonksiyonel Gıdalar. Editörler Yaman Ç, Erenoğlu NS. Beslenme obezite ve toplum sağlığı. Türkiye: Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları; 114-144.

García-Burgos M, Moreno-Fernández J, Alférez MJ, Díaz-Castro J, López-Aliaga I 2020. New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. Journal of Functional Foods, 72: 104059.

Guarner F, Khan AG, Garisch J,et al. 2012. World gastroenterology organisation global guidelines: probiotics and prebiotics october 2011. Journal of clinical gastroenterology,46(6): 468-481.

Güven A, Gülmez M 2006. Fonsiyonel gıdalar ve sağlıkla ilişkisi. Kafkas Üniv. Vet Fak Derg., 12(1):91-96.

Güven A, Alkış K 2018. Hiperkolesterolemi oluşturulmuş farelerde kefir ve simvastatin etkilerinin araştırılması. Caucasian Journal of Science., 5(2): 11-16.

Güven A, Deveci HA, Nur G 2021. The Importance of Kefir in Healthy Nutrition: Antioxidant and Hypocholesterolemic Effect. Editor(s) Karyağar S. Health Scıences Theory Current Researches and New Trends. Karadag: IVPE; 1-13.

Iwatani S, Yamamoto N 2019. Functional food products in Japan: A review. Food Science and Human Wellness, 8(2):96-101.

Karaduman Y 2011. Fonksiyonel Gıdalar. Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, 1061-1064.

Liu RH 2003. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. Am J Clin Nutr., 78(Suppl): 517-520.

Özkaya ŞÖ 2021. Yaşam Kalitesi ve Fonksiyonel Besinler, Fenerbahçe Üniv. Sağlık Bilimleri Derg.,1(1):62-68.

Prior RL 2003. Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. Am J Clin Nutr., 78(Suppl):570-578.

Schunck WH, Konkel A, Fischer R, Weylandt KH 2018. Therapeutic potential of omega-3 fatty acid-derived epoxyeicosanoids in cardiovascular and inflammatory diseases. Pharmacology & Therapeutics, 183: 177-204.

Torres S, Verón H, Contreras L, Isla MI 2020. An overview of plant-autochthonous microorganisms and fermented vegetable foods. Food Science and Human Wellness, 9: 112-123.

Yalçın S 2016. İnsan sağlığı açısından fonksiyonel gıdanın önemi. Türkiye Klinikleri Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları-Özel Konular, 2(3): 1-10.

Zhang L, Virgous C, Si H 2019. Synergistic anti-inflammatory effects and mechanisms of combined phytochemicals. The Journal of nutritional biochemistry, 69:19-30.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Life Cycle Assessment of Annual and Perennial Biomass Crops for Ethanol Production

Seçil Tutar Öksüz*

Konya Technical University, The Engineering and Natural Sciences Faculty, Environmental Engineering, Konya, Turkey.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2713-7379

*Corresponding author e-mail: stutar@ktun.edu.tr

Abstract

The 20th century faces significant increases in the global population and fossil fuel consumption. There have been significant increases in the concentration of GHGs in the atmosphere from human activities. The GHGs build up in the atmosphere and cause the increase in earth's atmospheric temperature, which leads to many other changes around the world. In addition, increasing greenhouse gas emissions and decreasing fossil fuel sources has been posed new challenges to agriculture, which is agricultural feedstock production, especially due to fertilizer production. The purpose of this study is to investigate the life cycle of producing ethanol comparing an annual and perennial biomass crops, which are corn and switchgrass, respectively. This study employs the use of the full life-cycle model which is known as Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation (GREET 2021) model by Argonne National Laboratory to obtain the emission data. According to the results, total GHG emissions are around 0,012 kg N_2O/mm BTU; 0,0071 kg CH_4/mm BTU; 3,407 kg CO_2/mm BTU from the corn to ethanol production per year. However, total GHG emissions are around 0,133 kg N_2O/mm BTU; 0,093 kg CH_4/mm BTU; 41 kg CO_2/mm BTU from the switchgrass to ethanol production per its life time (approximately 15 years). We concluded that the various feedstocks, nutrients, and enzymes will affect the ethanol yield in the well-to-wheel analysis of ethanol production.

Keywords: ethanol production; corn; crop farming; switchgrass; life cycle assessment

INTRODUCTION

The human population has continued to grow at a significant rate and is expected to increase from 8 billion in 2022 to 9.7 billion by 2050 (Laurance and Engert 2022). This rapid increase in the population of humans and urban development since the mid-1970`s causes significant increase in energy consumption (Avtar et al. 2019). Meanwhile extensive consumption of fossil energy resources has been associated with a significant increase in the mass of greenhouse gases (GHG), which are known to inhibit long-wavelength radiation from escaping into space, into the atmosphere (Smithson 2002; Galloway et al. 2008). We already see the effects of global warming as higher sea levels, more severe storms, dirtier air, higher wildlife extinction rate, higher death rates, and so on (Singer 2006). Moreover, the world faces an energy crisis since the demand for fossil fuels such as coal, oil, natural gas, is growing in most countries in the world. According to the predictions of the scientists, crude oil reserves will run out by 2052, natural gas will run out by 2060, and coal will run out by 2090 if the fossil fuels's consumptions continue at the present rate (Agency 2020). The global energy system is 85.5% dependent on fossil fuels right now, and US, China, and India are the most fossil fuel dependent countries (Ediger 2019). According to the US Department of Energy in 2010, the US consumed on average 19.1 million barrels per day and imported 11.8 million barrels per day of petroleum products (EIA 2011). With increasing strain between the US and its foreign oil suppliers it has become imperative that the US becomes less reliant on international suppliers. Because of the potential future effects of using fossil fuels, people want to produce renewable fuel to eliminate the adverse impacts, so biomass crops (or bio-crops) have great potential to displace fossil fuel to lower net greenhouse emissions, and to diversify the ecosystems.

Ethanol (C_2H_6O) is presently the most well developed possible liquid fuel substitute for gasoline. It is an alcohol and a clean, renewable fuel that can be made from biomass. Bioethanol is an alcohol mainly produced from agricultural residues such as corn and sugarcane feedstocks. According to the 2015 statistics, USA at the top list of bioethanol producers with 56.05 mi m^3 from corn as main sources . Interestingly, even though Brazil is not a member contry of Organization for Economic Co-operation and Development (OECD), Brazil has the 2nd highest bioethanol producer country with 26.85 mi m^3 due to huge availability of sugarcane, a very productive biomass for ethanol production (Manochio et al. 2017). While annual bioenergy crops (such as oil palm, and corn) can be used successfully as feedstocks, perennial crops (such as miscanthus and switchgrass) can also be used and provide promising features such as higher productivity and low input requirements. Corn is one of the annual crops, which is also the most ubiquitous crop with the highest cultivation intensity due to optimum climate conditions. Because of its availability and production rate at the required amount for industry scale, corn is one of the most important feedstocks for biofuel production (Woiciechowski et al. 2016). In addition, its fibrous structure and carbohydrate rates make it an interesting feedstock for biofuel production. On the other hand, switchgrass (*Panicum virgatum* L.) is a C_4 perennial sustainable bio-crop, which evolved in many different environments from cold northern to warm southern areas in the US with an average lifetime of 15-20 years. Switchgrass can cultivate in poor soil, drought, and flooded conditions, but it still needs to appropriate conditions to produce economical biomass yields and persist for several years. This study focuses on the potential environmental risk of producing ethanol using two biomass crops, which are corn and switchgrass. A comparison of these two crops will bring to light the differences when using a perennial and annual biomass crop and their effect on global warming and human health.

METHODOLOGY

Life cycle assessment (LCA) is a methodology, which is used to obtain GHG emission data to evaluate risk assessment based on corn and switchgrass to ethanol production. According to the International Organisation for Standardisation (ISO) in ISO 14040, LCA has four different stages including (1) goal and scope definition, (2) inventory analysis, (3) impact assessment, and (4) interpretation. The first part of a LCA study generally starts with defining the goal of the study, its scope and functional unit (Rebitzer et al. 2004). The goal of the current study is to determine the environmental point of view using corn and ethanol crops to produce ethanol. The intended audience of the study will be the researchers and technical experts in the area of environmental sciences especially environmental impacts of agriculture. Once the goal and the scope of the study are chosen, the next step is to set the functional unit, which should be chosen based on the goal of the study. The functional unit for the study was 1 ton of dry bio-crop. The initial boundaries of the system will be determined by the goal and the scope of the study. The system boundaries of biomass crops to ethanol for LCA are shown in Figure 1.

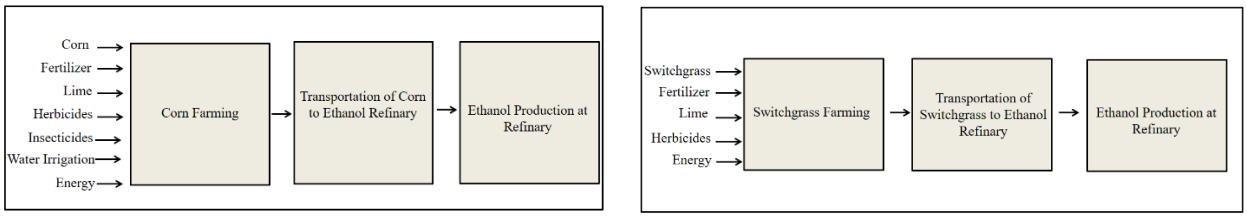


Figure 1. System boundary of corn and switchgrass feedstock to ethanol

Life cycle inventory (LCI) step involves the data collection and calculation input and output flows to complete the inventory (Hospido et al. 2004). In an LCA, an important aspect is the selection of the appropriate impact categories, which is in life cycle impact assessment (LCIA) stage. In this study, we consider GHG emissions including nitrous oxide (N_2O), methane (CH_4), and carbon dioxide (CO_2) as the environmental impact at a problem level. This study employs the use of the Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation (GREET™) model. The GREET model will estimate the greenhouse gas emission and butanol production for various input parameters. We used the GREET model to obtain emissions from the corn and switchgrass crops to generate ethanol in this study. While the main data source is the GREET model, input parameters pertaining to the farming operations include fertilizers, lime, pesticides, energy and also transportation of bio-crops to the refinary were used during ethanol production. Table 1 presents the key assumptions and GREET inputs for the corn and switchgrass crops.

Table 1. GREET Input Parameters for Corn and Switchgrass

Parameters	Corn	Switchgrass
Life span (years)	1	15
Yield (t/ha)	11	14,2
Energy use (Btu/mmbu)	47224,0	4361,863
Herbicide (g/bu)	5,85	53,10
Insecticide (g/bu)	0,01	0
Nitrogen (g/bu)	401,5	4877,4
P_2O_5 (g/bu)	150,6	2307,8
K_2O (g/bu)	152,3	32004
$CaCO_3$ (g/bu)	1457,0	5846,9

RESULTS AND DISCUSSION

The primary aim of this study is to evaluate the potential environmental risk of producing ethanol using corn and switchgrass. The main material inputs were listed in Table 1 as fertilizers, lime, pesticides, insecticides, energy, and etc. Then, using all inputs data the results were scaled as needed and summed up all outputs in the Greet model. The emissions (N_2O, CO_2 and CH_4), which can be presented as CO_2 equivalents, using GWP factors from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)'s report (GWP for CH_4 = 25, GWP for N_2O = 298). Therefore, the GHG emissions factor of input materials is calculated using Eq.1.

$$EF = E_{CO_2} + 25x\, E_{CH_4} + 298x\, E_{N_2O} \quad (1)$$

Since the functional unit for the study was 1 tons of bio-crop, first we calculated the total GHG emissions for the both crops.Total CO_2 emission is 3,407 kg CO_2/mm BTU; N_2O emission is 12,319 kg N_2O/mm BTU; CH_4 emission is 7,129 kg CH_4/mm BTU from corn to ethanol production per year. Total GHG emission of 1-ton corn ethanol is calculated approximately as 0,0072 t CO_2 equivalents/ t ethanol. Nearly 50% of total GHG emissions come from N_2O emissions because of its highest effect on GWP, and over 90% of N_2O emissions are derived from nitrogen fertilizer. Since 11-ton corn can be produced per hectare area, total N_2O emissions is around $5.412x10^{-3}$ t N_2O/ha relase to the atmosphere from corn farming. On the other hand, total CO_2 emission is 41,866 kg CO_2/mm BTU; N_2O emission is 0,133 kg N_2O/mm BTU; CH_4 emission is 0,093 kg CH_4/mm BTU from the switchgrass to ethanol production per its life time. Total GHG emission of 1-ton switchgrass ethanol is calculated approximately as 0,083 t CO_2 equivalents/ t ethanol. According to GREET data, switchgrass farming seems to generate higher emissions rates, but its life span is 15 years, so in total corn farming produce more GHG emissions than switchgrass farming. These results provide that switchgrass would be a viable option for production of ethanol. However, the suitable environment conditions to grow switchgrass might be difficult, and should be considered.

Table 2. GHG Emissions from Corn and Switchgrass to Ethanol Production

Parameters (kg)	Corn	Switchgrass
CO_2	3407	41,866
N_2O	3,407	0,093
CH_4	7,129	0,133
Total GHG emissions	7,25	83,825

CONCLUSION

People want to produce biobutanol because of extensive consumption of fossil fuels and increasing GHG emission. However, GHG emissions increase because of feedstock production especially fertilizer production. Especially in developed countries biomass production is one of the major industries, so it is important to pay attention to the effects on human health and the environment. This study aimed to investigate the life cycle energy risk of producing ethanol using an annual and perennial biomass crop, which are corn and switchgrass, respectively. Even though switchgrass farming seems to generate higher emissions rates, its life span is 15 years, so in total corn farming produce more GHG emissions than switchgrass farming. These results provide an opinion about environmental effects of two crops, which is using of a perennial grass such as switchgrass would be a viable option for production of ethanol.

REFERENCES

Agency, International Energy. 2020. *World energy outlook 2020* (OECD Publishing).

Avtar, Ram, Saurabh Tripathi, Ashwani Kumar Aggarwal, and Pankaj Kumar. 2019. 'Population–urbanization–energy nexus: a review', *Resources*, 8: 136.

Ediger, Volkan Ş. 2019. 'An integrated review and analysis of multi-energy transition from fossil fuels to renewables', *Energy Procedia*, 156: 2-6.

EIA, US. 2011. 'Annual energy review 2011', *DOE/EIA*, 384.

Galloway, JN, AR Townsend, JW Erisman, M Bekunda, Z Cai, JR Freney, L Martinelli, S Seitzinger, and M Sutton. 2008. 'Transformación del ciclo del nitrógeno: tendencias recientes, preguntas y posibles soluciones', *Ciencias*, 320: 889-92.

Hospido, Almudena, Ma Teresa Moreira, Mercedes Fernández-Couto, and Gumersindo Feijoo. 2004. 'Environmental performance of a municipal wastewater treatment plant', *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 9: 261-71.

Laurance, William F, and Jayden Engert. 2022. 'Sprawling cities are rapidly encroaching on Earth's biodiversity', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119: e2202244119.

Manochio, C, BR Andrade, RP Rodriguez, and BS Moraes. 2017. 'Ethanol from biomass: A comparative overview', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80: 743-55.

Rebitzer, Gerald, Tomas Ekvall, Rolf Frischknecht, Davis Hunkeler, Gregory Norris, Tomas Rydberg, W-P Schmidt, Sangwon Suh, B Pennington Weidema, and David W Pennington. 2004. 'Life cycle assessment: Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications', *Environment international*, 30: 701-20.

Singer, S Fred. 2006. *Unstoppable global warming: Every 1,500 years* (Rowman & Littlefield).

Smithson, Peter A. 2002. "IPCC, 2001: climate change 2001: the scientific basis. Contribution of Working Group 1 to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, edited by JT Houghton, Y. Ding, DJ Griggs, M. Noguer, PJ van der Linden, X. Dai, K. Maskell and CA Johnson (eds). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, USA, 2001. No. of pages: 881. Price£ 34.95, US 49.95,ISBN0-521-01495-6(paperback).£90.00,US 130.00, ISBN 0-521-80767-0 (hardback)." In.: Wiley Online Library.

Woiciechowski, Adenise Lorenci, Adriane Bianchi Pedroni Medeiros, Cristine Rodrigues, Luciana Porto de Souza Vandenberghe, Valcineide Oliveira de Andrade Tanobe, Amélio Dall'Agnol, Decio Luiz Gazzoni, and Carlos Ricardo Soccol. 2016. 'Feedstocks for biofuels.' in, *Green Fuels Technology* (Springer).

➢ ***ORAL PRESENTATION***

A Risk Assessment Study for Corn Farming to Biobutanol Production

Seçil Tutar Öksüz*

Konya Technical University, The Engineering and Natural Sciences Faculty, Environmental Engineering, Konya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: stutar@ktun.edu.tr

Abstract

As a conclusion of growing global population and extensive fossil fuel consumption during the last century, the mass of greenhouse gases has been critically increased. Increasing greenhouse gas emissions and decreasing fossil fuel sources has been posed new challenges to agriculture, which is agricultural feedstock production. Because of the potential future effects of global climate change, people want to produce renewable fuel to reduce greenhouse gas emissions (GHG), but at the same time GHG emission increase because of feedstock production and fertilizer production. The purpose of this study is to investigate the life cycle energy and the potential risk of producing biobutanol from corn crop, which is one of the most used bio-crops all over the world. This study employs the use of the full life-cycle model GREET 2021 (Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation) to obtain the emission data for the corn crop farming stage. According to the results, total nitrous oxide emissions are around 2.73×10^{-3} t N_2O/t butanol per year from the corn farming. Also, the analysis of non-carcinogenic health risk of exposure to N_2O from the United States Environmental Protection Agency standards shows that adults are at considerable non-carcinogenic risk and there is no serious adverse health effect for adults at corn farming per hectare.

Keywords: Biobutanol production; corn; crop farming; risk assessment

INTRODUCTION

During the last two decades, approximately two billion people were added to the world population, and expected to increase to 9.7 billion by 2050 (Rubino et al. 2019; Laurance and Engert 2022). With this rapid increase in the population of humans cause to increase in energy consumption (Avtar et al. 2019). Extensive consumption of fossil energy resources has been associated with a significant increase in the mass of greenhouse gases (GHGs). Besides the adverse environmental and public health impacts of GHGs, the world faces an energy crisis since the global energy system is 85.5% dependent on fossil fuels right now (Ediger 2019). Due to the potential future effects of using fossil fuels, people want to produce renewable fuel to eliminate the adverse impacts, so biomass crops have great potential to displace fossil fuel to lower net greenhouse emissions. Nitrous oxide (N_2O) is one of the important anthropogenic GHG with tremendous global warming potential (GWP) (Wang and Sze 1980). The atmospheric concentration of N_2O has risen approximately 18% in the past two hundred years and continues to rise. Based on the current U.S. GHG Inventory, N_2O contributes approximately 6.5% to total GHG emissions (in CO_2 equivalents), and N_2O emissions from agricultural soils account for more than 50% of the global anthropogenic N_2O flux (Hénault et al. 2019; USEPA 2006; Reay et al. 2012). Increasing GHG emissions and decreasing fossil fuel sources have posed new challenges to agriculture (Fließbach et al. 2009). People want to produce renewable fuels because of the increasing N_2O emissions but increasing feedstock production will significantly increase N_2O emissions. In this context, feedstock production for biofuels production started to become a current challenge worldwide. Butanol has become a fuel of interest because of its ability to be easily incorporated into the fuel market. Currently, butanol is mainly produced using fossil fuels, but there is great potential for it to be produced using biomass (Harvey and Meylemans 2011). Biobutanol, butanol produced from

biomass, has a higher energy density than ethanol and thus would be a more advantageous fuel to substitute for gasoline (Ranjan, 2012).

From an environmental view of the point, the lower GHG emission potential also makes biobutanol a more attractive option. After the development of butanol production using bioenergy crops in recent years, many studies have been published to evaluate the sustainability of bioenergy crop production. The current butanol industry has been used bioenergy crops to produce butanol. Corn is one of the annual crops, which has the potential to have high yields. Because of its availability and production rate at the required amount for industry scale, corn is one of the most important feedstocks for biofuel production (Woiciechowski et al. 2016). More than 1 billion tons of corn is produced worldwide, and the US is the largest corn producer with the 400 million tons' production volume per year. In addition, its fibrous structure and carbohydrate rates (cellulose and hemicellulose) make it an interesting feedstock for butanol production. At this point, it is necessary to evaluate the risk of exposure to N_2O because of the importance of using corn crops for producing biobutanol to prevent adverse health effects. This study aims to determine the potential risk of producing biobutanol using corn biomass crop. The study will bring to light corn crop and their effect on global warming and human health.

METHODOLOGY

Life cycle assessment (LCA) methodology is used to obtain GHG emission data to evaluate risk assessment based on biomass crop farming. The goal of the current study is to determine the environmental point of view using corn biomass crop to produce butanol. The intended audience of the study will be the researchers and technical experts in the area of environmental sciences. Once the goal and the scope of the study are chosen, the next step is to set the functional unit, which should be chosen based on the goal of the study. The functional unit for the study was 1 ton of corn. The initial boundaries of the system will be determined by the goal and the scope of the study. The system boundaries of biomass crops farming for LCA are shown in Fig. 1.

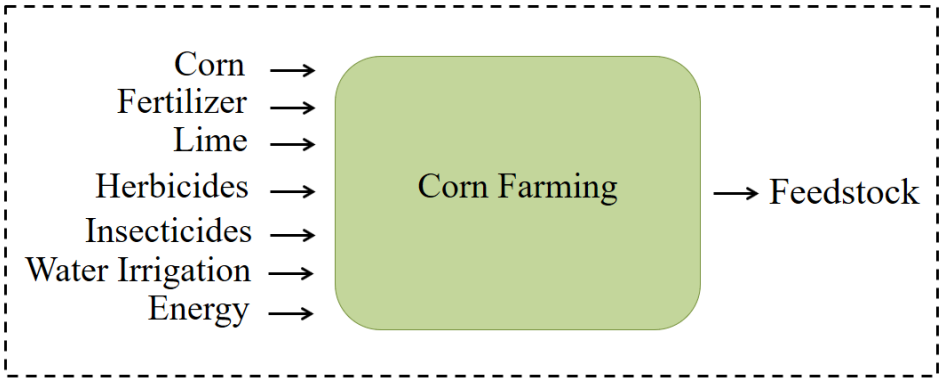


Figure 1. System boundary of corn production.

We used Argonne National Laboratory's Greenhouse gases, Regulated Emissions, and Energy use in Transportation (GREET™) model in this study. We only used the model to obtain data for the risk assessment part of the current study. The GREET model calculates the consumption of total energy, GHG emission, and air criteria pollutants. We used the GREET model to obtain N_2O emissions from the corn to generate butanol in this study. While the main data source is the GREET model, input parameters pertaining to the farming operations include fertilizers, lime, pesticides and energy were used during feedstock production. Table 1 presents the key assumptions and GREET inputs for the corn crop.

Table 1. GREET Input Parameters for Corn Butanol Production.

Parameters	Corn
Life span (years)	1
Yield (t/ha)	11
Energy use (Btu/mmbu)	32,350
Herbicide (kg/ton)	0.234
Insecticide (kg/ton)	0.0004
Nitrogen (kg/ton)	16.06
P_2O_5 (kg/ton)	6.024
K_2O (kg/ton)	6.092
$CaCO_3$ (kg/ton)	58.25

In this study, we used the US national values for corn production that 33 million bushels of corn produce 150,000 tons of butanol, so the yield of corn is 18%. Also, according to the US Department of Agriculture, the corn yield is 11 tons/ha for the US, which can produce 1,98 tons of butanol with 18% of corn yield per hectare (Gonzalez et al. 2011). In theory, corn-derived butanol is produced from (ABE) fermentation, but we allocated the other ABE products except for butanol in this study.

In a simple definition, risk assessment can be defined as the process of estimating both the probability that an event will occur, and the probable magnitude of its adverse effects such as economic, health-related, or ecological from a chemical or stressors over a specified time period (Olson and Gurian 2012; Gerba 2006). A formal risk assessment has four steps: hazard identification, exposure assessment, dose-response assessment, and risk characterization as shown in Fig. 2 (Gerba 2006).

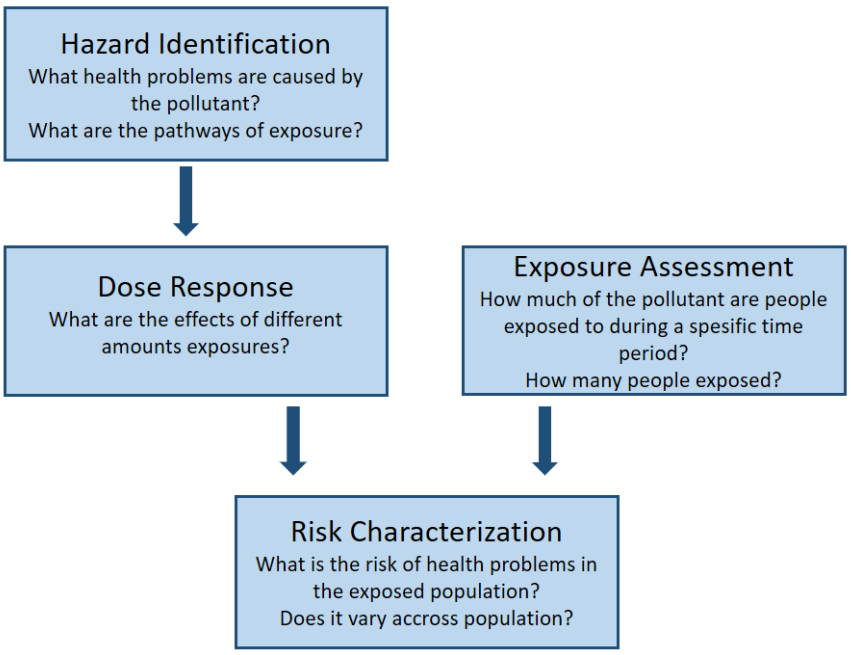


Figure 2. The process of risk assessment.

To quantify the adverse effects arising from exposure to a hazard on the degree of exposure Eq. 1 is used. For average exposure dose of N_2O is normalized as milligrams of N_2O inhaled per kilogram of body weight per day (mg kg^{-1} day^{-1}).

$$D = \frac{C\ x\ IR\ x\ EF\ x\ ED}{BW\ x\ AT} \quad (1)$$

Where D is exposure dose; C is concentration of chemical in each medium (e.g., mg/L for water or mg/m^3 for air); IR is intake/contact rate (L/day); EF is exposure frequency (days/year); ED is exposure duration (years); BW is body weight (kg); AT is averaging time (period over which the exposure is averaged-days). According to United States Environmental Protection Agency (EPA 1991), standard default exposure factors for inhalation of contaminants: IR is 20 m^3/day; EF is 350 days/year; ED is 30 years; BW is 70 kg; AT is 24500 days (350 days/year x 70 years). After calculating exposure dose, the non-carcinogenic health risk of chronic exposure to nitrous oxide was assessed by the following equation.

$$HQ = \frac{ED}{AOEL} \quad (2)$$

Where AOEL is acceptable operator exposure level which is equal to 106.4 (mg kg^{-1} day^{-1}) for N_2O. HQ values more than one represents the potential of adverse health effects (Hamsan et al. 2017). As a summary, the objective of the risk characterization is to summarize the outputs from the previous sections and provide an overall conclusion about the risk.

RESULTS AND DISCUSSION

Since the primary aim of this study is to evaluate the potential risk of producing butanol using corn crop, based on crop farming, our system includes only crop farming stage in the system boundary shown in Fig. 2. However, farming stage has specific parameters for both crops in itself. The main material inputs were listed in Table 1 as crop seed, fertilizers, lime, pesticides, machinery, electricity, and etc. Therefore, using all inputs data the results were scaled as needed and summed up all outputs in the Greet model. Even though the paper focus on N_2O emissions from crop faming, we also show the other emissions (CO_2 and CH_4), which can be presented as CO_2 equivalents, using GWP factors from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)'s report (GWP for CH_4 = 25, GWP for N_2O = 298). Since the functional unit for the study was 1 tons of biomass, first we calculated the total GHG emissions for the both crops. Total CO_2 emission is 3,407 g/bu; N_2O emission is 12.319 g/bu; CH_4 emission is 7.129 g/bu from corn farming and total emissions of 1-ton corn butanol is calculated as 0.755 t CO_2 / t butanol; 2.73×10^{-3} t N_2O / t butanol; and 1.58×10^{-3} t CH_4 / t butanol. Total GHG emission of 1-ton corn butanol is calculated as 1.608 t CO_2 equivalents/ t butanol using the Eq.3. Nearly 50% of total GHG emissions come from N_2O emissions, and 93% of N_2O emissions are derived from nitrogen fertilizer. Since 11-ton corn can be produced per hectare area, total N_2O emissions is around 5.412×10^{-3} t N_2O/ha from corn farming, which equals to total around 2.73×10^{-3} t N_2O/t butanol per year per hectare. The results show that the predominant contributor of total GHG emissions for corn crops is ammonia nitrate, which is commonly used in agriculture as a high nitrogen fertilizer. However, in practical application nitrogen fertilization is the limiting factor for crop growth, this is often a reason for lower crop yields in farming, but also a reason for lower emissions (Fließbach et al. 2009). On the other hand, using an extensive amount of nitrogen fertilizer to get higher crop yields may lead to higher GHG emissions. Because of the potential future effects of global climate change, people want to produce renewable fuel to reduce GHG emissions. However, at the same time, N_2O emissions increase because of feedstock production and fertilizer production, which creates a paradox.

This study was conducted to assess the non-carcinogenic health risk of exposure to N_2O from corn farming, which was calculated by the EPA method. It is useful to perform a risk assessment to compare the creation of global warming and human health effects of N_2O emissions from corn crops to see the effect on global warming and human health. To quantify the chronic daily exposure dose from corn is normalized as milligrams of N_2O inhaled per kilogram of body weight per day (mg kg^{-1} day^{-1}) using the Eq. 1. As mentioned earlier, data of the medical use of N_2O is used for the calculation. The results showed that the chronic daily exposure doses of corn farming per hectare for a year are 2.94×10^{-12} mg kg^{-1} day^{-1}. Since we only used the emissions concentrations per hectare area of farming, the real-life results will be a higher amount of emissions. However, the result provides an opinion

about corn production to biobutanol. Finally, the non-carcinogenic health risk of chronic exposure to N_2O was assessed by Eq.2 and found that corn farming per hectare for a year don't directly create a cancer risk.

CONCLUSION

People want to produce biobutanol because of extensive consumption of fossil fuels and increasing N_2O emission. However, N_2O emissions increase because of feedstock and fertilizer production at the same time. Especially in developing countries agriculture is one of the major industries, so it is important to pay attention to the effects on human health besides the environment. This study aimed to investigate the life cycle energy and the potential risk of producing biobutanol using corn crop. Even though corn farming generates higher emissions rates, the estimated health risk assessment of N_2O emissions from both crop farming showed that adults are at considerable non-carcinogenic risk and there is no serious adverse health effect for adults.

REFERENCES

Avtar, Ram, Saurabh Tripathi, Ashwani Kumar Aggarwal, and Pankaj Kumar. 2019. 'Population–urbanization–energy nexus: a review', *Resources*, 8: 136.

Ediger, Volkan Ş. 2019. 'An integrated review and analysis of multi-energy transition from fossil fuels to renewables', *Energy Procedia*, 156: 2-6.

EPA, US. 1991. 'Technical support document for water quality-based toxics control', *EPA/505/2-90-001*.

Fließbach, Andreas, Paul Mäder, A Dioup, Paul Hepperly, Louise Luttikholt, Nadia Scialabba, and Urs Niggli. 2009. 'Mitigation and adaptation strategies–organic agriculture'.

Gerba, CP. 2006. 'Chapter 14: risk assessment', *Environmental and pollution science*, 2: 553.

Gonzalez, Ronalds W, Richard Phillips, Hasan Jameel, Robert Abt, Adrian Pirraglia, Daniel Saloni, and Jeff Wright. 2011. 'Biomass to energy in the southern United States: Supply chain and delivered cost', *BioResources*, 6: 2954-76.

Hamsan, Hazwanee, Yu Bin Ho, Siti Zulfa Zaidon, Zailina Hashim, Nazamid Saari, and Ali Karami. 2017. 'Occurrence of commonly used pesticides in personal air samples and their associated health risk among paddy farmers', *Science of The Total Environment*, 603: 381-89.

Harvey, Benjamin G, and Heather A Meylemans. 2011. 'The role of butanol in the development of sustainable fuel technologies', *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 86: 2-9.

Hénault, Catherine, Hocine Bourennane, Adeline Ayzac, Céline Ratié, Nicolas PA Saby, Jean-Pierre Cohan, Thomas Eglin, and Cécile Le Gall. 2019. 'Management of soil pH promotes nitrous oxide reduction and thus mitigates soil emissions of this greenhouse gas', *Scientific reports*, 9: 1-11.

Laurance, William F, and Jayden Engert. 2022. 'Sprawling cities are rapidly encroaching on Earth's biodiversity', *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119: e2202244119.

Olson, Mira S, and Patrick L Gurian. 2012. 'Risk assessment strategies as nanomaterials transition into commercial applications', *Journal of Nanoparticle Research*, 14: 1-7.

Reay, Dave S, Eric A Davidson, Keith A Smith, Pete Smith, Jerry M Melillo, Frank Dentener, and Paul J Crutzen. 2012. 'Global agriculture and nitrous oxide emissions', *Nature climate change*, 2: 410-16.

Rubino, M, DM Etheridge, DP Thornton, R Howden, CE Allison, RJ Francey, RL Langenfelds, LP Steele, CM Trudinger, and DA Spencer. 2019. "Revised records of atmospheric trace gases CO2, CH4, N2O, and δ13C-CO2 over the last 2000 years from Law Dome, Antarctica, Earth Syst. Sci. Data, 11, 473–492." In.

USEPA, E. 2006. 'Global anthropogenic Non-CO2 greenhouse gas emissions: 1990-2020', *Appendix AD. Washington, DC, USA: United States Environmental Protection Agency. Electricity (heat) supply*.

Wang, Wei-Chyung, and Nien Dak Sze. 1980. 'Coupled effects of atmospheric N 2 O and O 3 on the Earth's climate', *Nature*, 286: 589-90.

Woiciechowski, Adenise Lorenci, Adriane Bianchi Pedroni Medeiros, Cristine Rodrigues, Luciana Porto de Souza Vandenberghe, Valcineide Oliveira de Andrade Tanobe, Amélio Dall'Agnol, Decio Luiz Gazzoni, and Carlos Ricardo Soccol. 2016. 'Feedstocks for biofuels.' in, *Green Fuels Technology* (Springer).

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Experimental (^{13}C/ ^{1}H-NMR, FT-IR) and DFT Study of 3-Ethyl-4-(3-carboxyphthalimido)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one

Songül BOY[1*] (ORCID: 0000-0002-6508-8600**),** Gül KOTAN[2] (ORCID: 0000-0002-4507-9029), Haydar YÜKSEK [3] (*ORCID:* 0000-0003-1289-1800)

[*1] Kafkas University, Ataturk Vocational School of Health Services, Kars, Turkey.
[2]Kafkas University, Kars Vocational School, Kars, Turkey
[3]Kafkas University, Faculty of Sciences and Letter, Department of Chem, Kars,Turkey

Corresponding author e-mail: * songulboy28@gmail.com

Abstract

The quantum chemical calculation studies are very significant for organic chemistry and drug chemistry because these studies give knowledge about compound's structure properties, spectroscopic values, energ and reaction areas (electrofilic, nucleofilic area) without experimental studies. As know that, all knowledges could obtained about molecule using experimental studies but the this studies are very costly and take long time. In this work, theoretical properties of 3-ethyl-4-(3-carboxyphthalimido)-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one were investigated using B3PW91 basis sets. Firstly, molecule was optimized by using the B3PW91/6-311++G(d,p) basis set. ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR isotropic shift values of molecules were calculated by the method of GIAO using the program package Gaussian 09W. The veda 4f program was used in defining IR data. IR (infrared) vibrational frequencie values were calculated in gas phase. Also, mulliken charges, the highest occupied molecular orbital (HOMO) energy and the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO) energy, dipole moment, total energy were calculated. The Molecular Electrostatic Potantial (MEP) were visualized. NLO analyses were performed.

Keywords: 1,2,4-triazole, B3PW91,Veda 4, HOMO, LUMO

INTRODUCTION

The 1,2,4-Triazol and derivatives are very important molecules in medicinal and pharmaceutical chemistry due to their wide biological activities (Billes et al., 1999). Numerous biological actions have been found for 1,2,4-triazole derivatives (Jones et al., 1965; Mullican et al., 1993; Subashchandrabose et al., 2010). Triazole derivatives are also used to make plant growth hormone insulators, antibiotics, fungicides, and weed killers (Li et al.,2004). They may also be effective in inhibiting corrosion (Phadke Swathi etal., 2017). The ligands 1,2,4-triazoles are excellent for coordination chemistry. 1,2,4-Triazole compounds that widly used in medicine world just like Schiff base are heteroaromatic molecules. The Schiff base derivatives of these compounds, which have three nitrogen atoms are the core structures widly used in the pharmaceutical fields with anti-fungal (Sumrra et al., 2021), anti-cancer (Zafar et al., 2021; Utthra & Raman, 2018), anti- bacteriyal (Borase et al., 2021; Cebeci & Karaoğlu, 2021), anti-oxidant (Kotan, 2022; Zafar et al., 2021; Bahçeci et al., 2017), antileishmanial (Süleymanoğlu et al., 2019). The Gaussian 09W (Frisch, et al., 2009; Wolinski, 1990) package is utilized in this investigation because it has a wide range of theory and basic set possibilities, including molecular mechanics, semi-empirical, and ab-initio approaches. The structure of molecules is determined using B3PW91/6-311++G(d,p) functional and basis set. By comparing the theoretically calculated spectral data with the experimental data from the literature (Yüksek et al, 2006) the results are presented in tables and regression graphs.

RESULTS AND DISCUSSION

Theoretical calculations

The B3PW91/6-311++G(d,p) basis set was used to optimize the molecule (Frisch et al., 2009; Wolinski, 1990). The Gauss-View package program (Dennington, 2009) was used to determine the three-dimensional structure of the molecule in space.

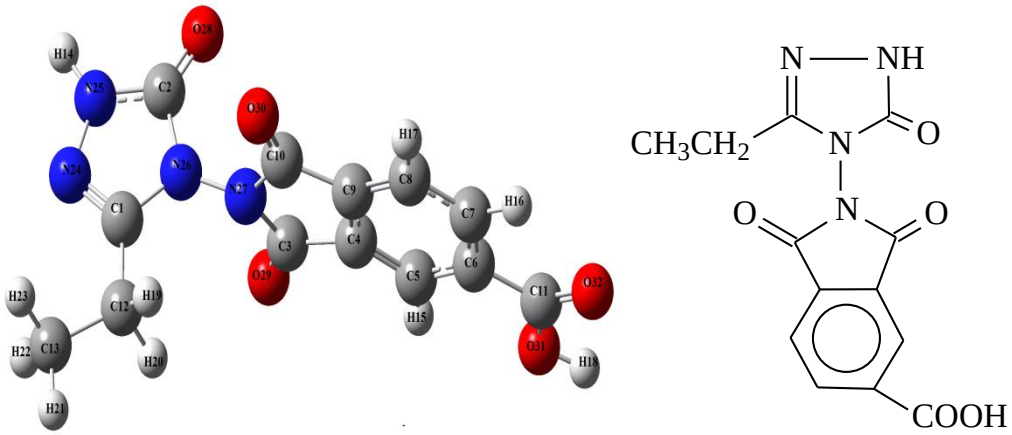


Figure 1. The GaussView structure and chemical formule of molecule

Calculated NMR values

Based on the optimized structure, $^{1}H/^{13}C$-NMR spectral data were calculated according to the GIAO (Wolinski, 1990) technique of the Gaussian G09W software package in gaseous media and listed in Table 1. Correlation graphs were created for the obtained chemical shifts and are shown in Figure 1.

Table 1. Theoretically and experimentally ^{13}C and ^{1}H-NMR (B3PW91/(DMSO)) chemical shift values of the titled molecule according to the TMS standard (δ/ppm)

No	Deneysel	DFT/6311G/DMSO	Fark/DMSO
C1	149.11	150.57	-1.46
C2	152.62	149.45	3.17
C3	165.78	165.73	0.05
C4	131.23	129.93	1.30
C5	130.09	128.24	1.85
C6	134.93	134.75	0.18
C7	138.84	140.49	-1.65
C8	129.89	125.83	4.06
C9	132.65	134.27	-1.62
C10	166.32	165.75	0.57
C11	167.40	165.29	2.11
C12	17.75	17.53	0.22
C13	9.86	3.89	5.97
H14	11.69	8.50	3.19
H15	8.10	9.70	-1.60
H16	8.40	9.79	-1.39
H17	7.70	9.19	-1.49
H18	11.41	7.59	3.82
H19	2.56	3.22	-0.66
H20	2.56	3.22	-0.66
H21	1.22	1.97	-0.75
H22	1.22	2.03	-0.81
H23	1.22	2.03	-0.81

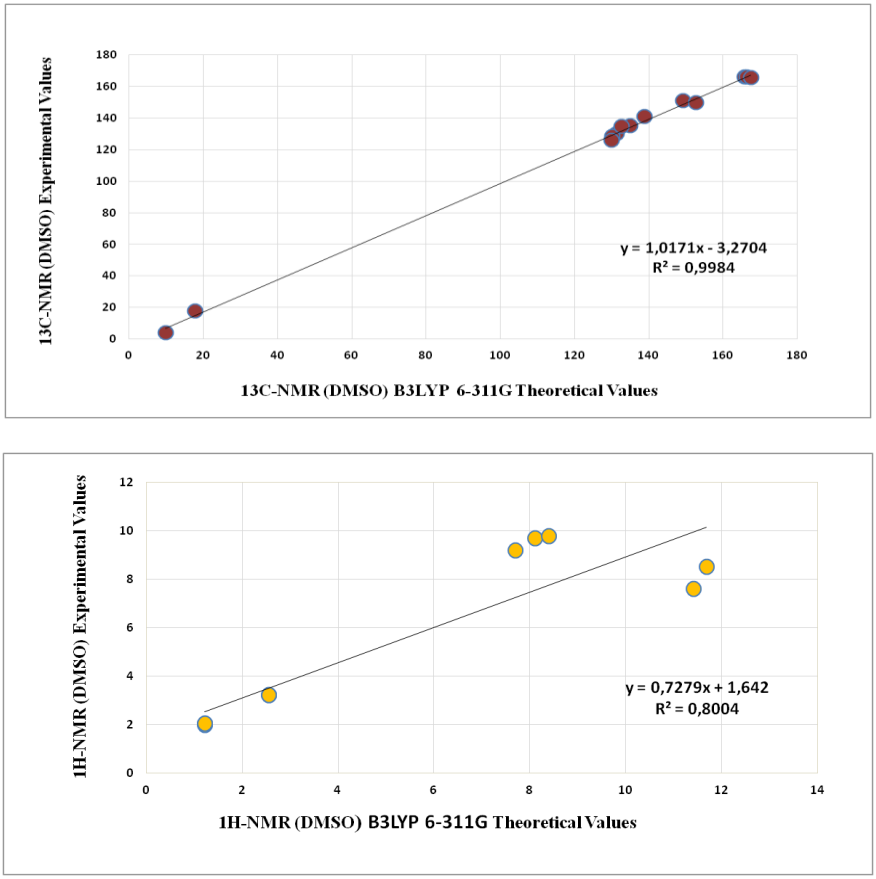


Figure 2. The correlation graphics for ^{13}C-NMR (DMSO), ^{1}H-NMR (DMSO), chemical shifts of the titled compound.

FT-IR analysis

Theoretically, scala vibration values were calculated from IR data using the Veda4f software (Jomroz, 2004). Theoretical IR data are multiplied by the proper correction factors, which are 0.9906 for the DFT/(B3PW91)6-311++G(d,p) basis set (Merrich et al., 2007). Data was found to be positive. This finding indicated the stability of the structure. With the help of the data collected using the DFT approach, IR spectrum were drawn (Figure 3). Theoretically predicted IR details were compared to experimental IR values, which are shown in Table 2.

Table 2. The calculated frequencies values and vibration types of the molecule.

Vibration Types	Experim.	Scaled DFT
ν (NH)	3182	3758
ν (C=O)	1697	1798
ν (C=N)	1593	1654
ν (COO)	1536	1521

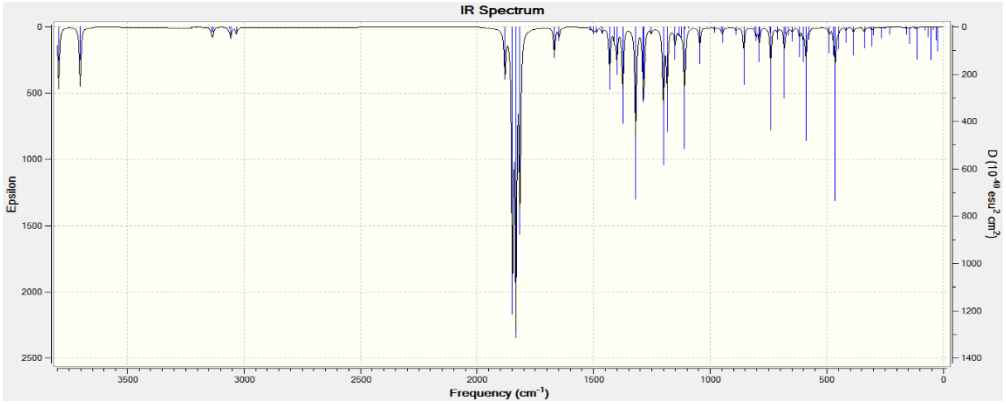


Figure 3. The theoretical IR spectrum

The HOMO-LUMO

In quantum chemistry, the highest occupied molecular orbital (HOMO) and the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO) (Fukui, 1982) are crucial variables. These numbers serve as examples of the molecule's chemical reactivity and kinetic stability. A big HOMO-LUMO gap actually denotes excellent molecular stability since it means the molecule will be less reactive during chemical processes (Arjunan, 2014; El-Gammal, 2014). The capacity to give an electron is represented by the HOMO, while the ability to take an electron is represented by the LUMO. The B3PW91 technique and 6-311++G(d,p) basis sets were used to do the HOMO-LUMO energy calculations in order to assess the energetic behavior of the title chemical. As a result of the calculation, Elumo= -0.1236 Hatree and Ehomo= -0.2489 Hatree and the energy difference between them is ΔEg= 3.409. Using these data, all the electronic parameters ($A, I, \chi, Pi, \omega, IP, S, \eta$) of the molecule have been calculated and represented in Table 3. The homo-lumo orbitals are on different atoms in the molecule. Red and green, respectively, are used to indicate the positive and negative phases and shown in Figure 4.

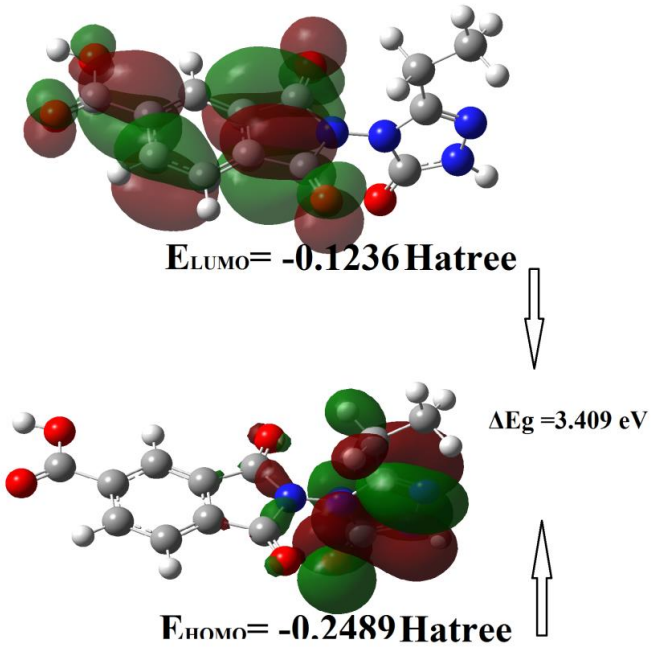


Figure 4. Calculated HOMO-LUMO shapes of the molecula by B3PW91 method 6-311++G (d,p) basis set

Table 3. Electronic properties of the molecule calculated according to B3PW91 methods 6-311++G (d,p) basis set

		Hatree	ev	kcal/mol	KJ/mol
	LUMO	-0.1236	-3.36324	-77.5594	-324.512
	HOMO	-0.2489	-6.77274	-156.185	-653.487
A	Electron Affinity	0.1236	3.36324	77.5594	324.512
I	Ionization Potential	0.2489	6.77274	156.185	653.487
ΔE	energy gap	0.1253	3.4095	78.6261	328.975
χ	electronegativity	0.18625	5.06799	116.872	488.999
Pi	chemical potential	-0.18625	-5.06799	-116.872	-488.999
ω	electrophilic index	0.001086635	0.02957	0.68187	2.85296
IP	Nucleophilic index	-0.01166856	-0.31751	-7.32206	-30.6358
S	molecular softness	15.9617	434.329	10016	41907.4
η	molecular hardness	0.06265	1.70475	39.3131	164.488

Nonlinear optical properties (NLO)

Researchers have examined molecular materials having quadratic nonlinear optical (NLO) responses to electromagnetic fields. NLO features play a crucial role in supplying the essential frequency shifting, optical switching, optical logic, optical memory and optical modulation, functionalities for technologies used in fields including telecommunications, optical interfaces and signal processing (Sajan et al., 2006). The polar αxx, αxy, αyy, αxz, αyz, αzz values are 270.4472036, -1.4940625, 153.6873908, -3.8444643, -15.7549385, 160.934329, respectively. The HyperPolar $\beta_{xxx,}$ $\beta_{xxy,}$ $\beta_{xyy,}$ $\beta_{yyy,}$ $\beta_{xxz,}$ $B_{xyz,}$ $B_{yyz,}$ $\beta_{xzz,}$ $\beta_{yzz,}$ $\beta_{zzz,}$ β_{total} values are -144.9459501, 140.7393349, -53.2269799, 41.7290588, -99.6941849, 50.2126696, 46.0020185, -64.9574036, -2.4204656, 101.9467899, respectively. The total static dipole moment $\boldsymbol{\mu_{toplam}}$= 1.4520 debye, average linear polarizability $\boldsymbol{\alpha}$= 28.902x10^{-24} esu, anisotropy of polarizability $\boldsymbol{\Delta\alpha}$=16.793x10^{-24} esu and initial hyperpolarizability $\boldsymbol{\beta_{total}}$= 26.01x10^{-30} esu are among NLO properties. These parameters were calculated by B3PW91 6-311++G (d,p) basis set and listed in Table 4. The urea molecule serves as the main reference for NLO characteristics. The NLO parameters are $\boldsymbol{\alpha_{total}}$**:** 5.07643717x10^{-24} esu, $\boldsymbol{\Delta\alpha}$**:**=2.13568262x10 $^{-24}$ esu, and $\boldsymbol{\beta^0}$= 7.2228469891x10^{-31} esu. When compared to the reference material, the NLO values were 5, 8, and 3.7 times higher than urea (Kotan et al., 2020).

Table 4. Calculated dipole moment, polarizability and hyperpolarizability values of the molecule by B3PW91 6-311++G (d,p) basis set

	B3PW91		**B3PW91**
E_{total}	-1096.43207782 a.u.	β_{xxx}	-144.9459501
μ_x	0.9210	β_{xxy}	140.7393349
μ_y	3.8790	β_{xyy}	-53.2269799
μ_z	1.4520	β_{yyy}	41,7290588
μ_{Toplam}	4.2431 Debye	β_{xxz}	-99,6941849
αxx	270.4472036	B_{xyz}	50.2126696
αxy	-1.4940625	B_{yyz}	46.0020185
αyy	153.6873908	β_{xzz}	-64.9574036
αxz	-3.8444643	β_{yzz}	-2.4204656
αyz	-15.7549385	B_{zzz}	101.9467899
αzz	160.934329	β_{total}	26.01x10^{-30} esu
α_{total}	28.902x10^{-24} esu		
Δα (esu)	16.793x10^{-24} esu		

Mulliken Charge data

When applying quantum mechanical calculations to molecular systems, the determination of atomic charges is crucial. Mulliken charges of each atom are calculated and shown in the table and figure. Accordingly, some carbon atoms, N27 and H14-H23 atoms are all positive. Other carbon, nitrogen (N24-N27) and oxygen atoms are negative (Mulliken, 1955) and shown in the Table / Figure 5

Table 5. The calculated mulliken charge data

NO	DFT(B3PW91)		DFT(B3PW91)
C1	-0.154	**H16**	0.235
C2	0.448	**H17**	0.255
C3	-1.210	**H18**	0.315
C4	1.403	**H19**	0.216
C5	-1.164	**H20**	0.218
C6	0.514	**H21**	0.182
C7	-1.120	**H22**	0.204
C8	-0.706	**H23**	0.203
C9	1.131	**N24**	0.003
C10	-0.603	**N25**	-0.173
C11	0.535	**N26**	-0.297
C12	0.034	**N27**	0.730
C13	-0.862	**O28**	-0.335
H14	0.417	**O29**	-0.160
H15	0.285	**O30**	-0.177
		O31	-0.156
		O32	-0.263

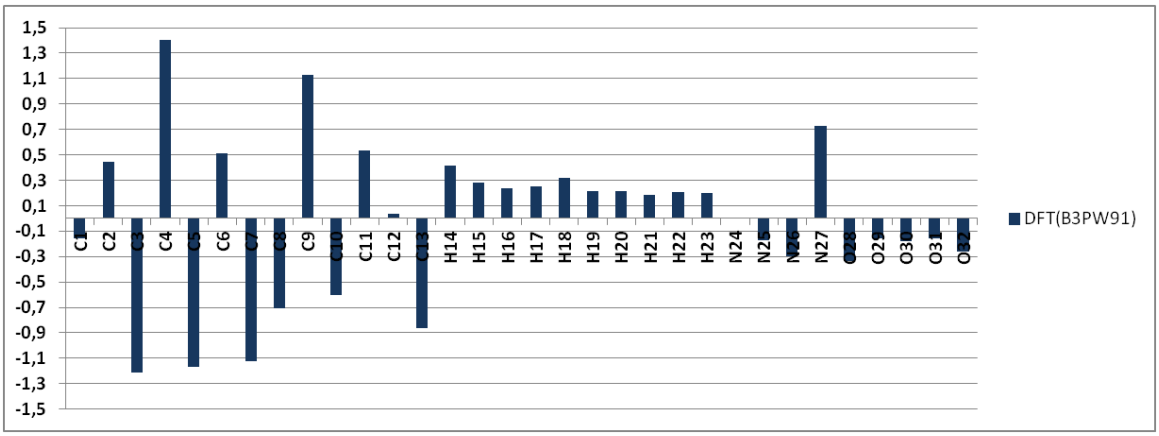


Figure 5. The calculated mulliken charges with B3PW91

MEP analysis

The MEP, a depiction of electrostatic potential projected onto the surface of constant electron density. Given that an approaching electrophilic would be drawn to negative areas, the MEP is a valuable feature to analyze reactivity. The highest negative region in most MEP is depicted by the color red, whereas the maximum positive region, which is chosen for nucleophilic assault, is indicated by the color blue. Red, blue, and green are the regions of highest negative, highest positive, and zero electrostatic potential, respectively. They reflect the varying values of the electrostatic potential at the MEP surface (Figure 6). These maps have a color code that falls between 7.163e-2 a.u. (red) and -7.163e-2 a.u. (blue) in compound (Kotan et al., 2020; Murray & Sen, 1996; Luque et al., 1993).

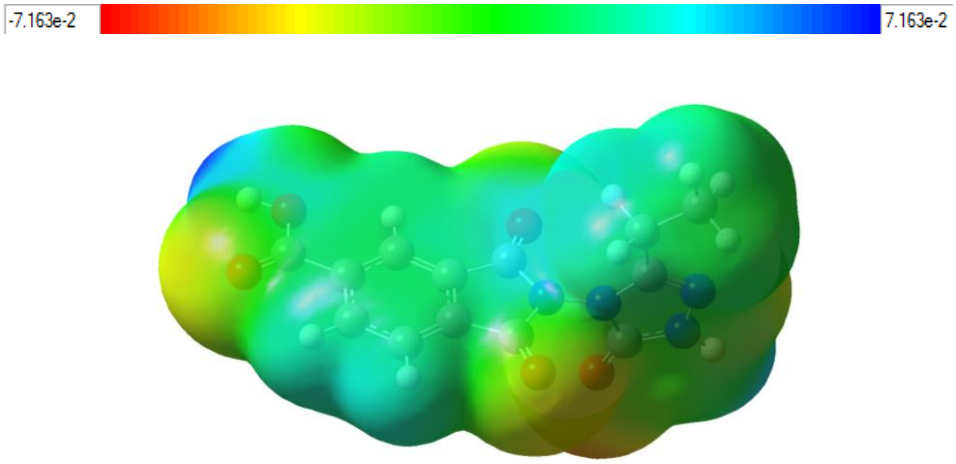


Figure 6. The MEP surface map

CONCLUSIONS

In this theoretical investigation, calculations of the molecule were done using DFT (B3PW91) techniques, employing the software package Gaussian G09W's 6-311++G(d,p) basis set. The calculations' $^{1}H/^{13}C$ chemical shifts and FT-IR data are shown to be in agreement with the empirical data. The R2 values showed a linear association, although the 1H-NMR correlation graph shows a minor divergence. The N-H acidic proton (H14) in the molecule is the cause of this divergence. The sole explanation for the infrared data's lack of negative frequency is the molecule's stability. The LUMO-HOMO energy gap (3.409 eV), the total energy and certain electronic properties were also estimated. Furthermore, Molecular electrostatic potential (MEP) was used to show the electron density distribution, and the electrophilic and nucleophilic areas were identified. NLO analysis was performed and the results were compared with urea values. The non-linear optic feature of the molecule was higher than that of urea.

REFERENCES

Arjunan V., Devi, L., Subbalakshmi R., Rani, T. & Mohan S. (2014). Synthesis, vibrational, NMR, quantum chemical and structure-activity relation studies of 2-hydroxy-4-methoxyacetophenone. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *130*, 164-177.

Bahçeci Ş., Yıldırım N., Alkan M., Gürsoy-Kol Ö., Manap S., Beytur M., Yüksek H., (2017). "Investigation of Antioxidant, Biological and Acidic Properties of New 3-Alkyl(Aryl)-4-(3-acetoxy-4-methoxybenzylidenamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-ones", The Pharmaceutical and Chemical Journal, 4 (4), 91-101

Billes F., Endrédi H., & Jalsovszky G. (1999). Vibrational spectroscopy of diazoles. *Journal of Molecular Structure: THEOCHEM*, *465*(2-3), 157-172.

Borase JN., Mahale RG., Rajput SS., & Shirsath DS. (2021). Design, synthesis and biological evaluation of heterocyclic methyl substituted pyridine Schiff base transition metal complexes. SN Applied Sciences, 3(2), 1-13.

Cebeci YU., & Karaoğlu ŞA. (2021). Design and microwave-assisted synthesis of a novel Mannich base and conazole derivatives and their biological assessment. Heterocyclic Communications, 27(1), 100-111.

Dennington R., Keith T., Millam (Eds.). (2009). J. GaussView, Version 5, Semichem Inc., Shawnee Mission KS.

El-Gammal OA., Rakha TH., Metwally HM., & El-Reash GA. (2014). Synthesis, characterization, DFT and biological studies of isatinpicolinohydrazone and its Zn (II), Cd (II) and Hg (II) complexes. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *127*, 144-156.

Frisch MJ., Trucks GW., Schlegel HB., Scuseria GE., Robb MA., Mennucci B., Petersson GA., Nakatsuji H., Caricato M., Li X. et al., (2009). Gaussian 09. Revision C.01. Gaussian. Inc. Wallingford. CT.

Fukui K. (1982). Role of frontier orbitals in chemical reactions. *science*, *218*(4574), 747-754.

Jamróz MH. (2004). Vibrational Energy Distribution Analysis: VEDA 4 program, Warsaw.

Jones DH., Slack R., Squires ST., & Wooldridge KRH. (1965). Antiviral chemotherapy. I. The activity of pyridine and quinoline derivatives against neurovaccinia in mice. *Journal of Medicinal Chemistry*, *8*(5), 676-680.

Kotan G., Gökce, H., Akyıldırım, O., Yüksek, H., Beytur, M., Manap, S., & Medetalibeyoğlu, H. (2020). Synthesis, Spectroscopic and Computational Analysis of 2-[(2-Sulfanyl-1H-benzo [d] imidazol-5-yl) iminomethyl] phenyl Naphthalene-2-sulfonate. *Russian Journal of Organic Chemistry*, *56*(11), 1982-1994.

Kotan G., Manap S. & Yüksek H. (2022). Synthesis, Characterization, Antioxidant and DFT Studies of Some Novel Schiff Base Compounds. *Journal of Computational Biophysics and Chemistry*, *21*(01), 47-63.

Li W., Wu Q., Ye Y., Luo M., Hu L., Gu Y., ... & Hu J. (2004). Density functional theory and ab initio studies of geometry, electronic structure and vibrational spectra of novel benzothiazole and benzotriazole herbicides. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *60*(10), 2343-2354.

Luque FJ., Orozco, M., Bhadane, PK., & Gadre, SR. (1993). SCRF calculation of the effect of water on the topology of the molecular electrostatic potential. *The Journal of Physical Chemistry*, *97*(37), 9380-9384.

Merrick JP., Moran D., Radom L. (2007). An Evaluation of Harmonic Vibrational Frequency Scale Factors. *Journal of Physical Chemistry*, 111(45), 11683-11700.

Mullican MD., Wilson MW., Conner DT., Kostlan CR., Schrier DJ., & Dyer RD. (1993). Design of 5-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-1,3,4-thiadiazoles,-1,3,4-oxadiazoles, and-1,2,4-triazoles as orally active, nonulcerogenic antiinflammatory agents. *Journal of medicinal chemistry*, *36*(8), 1090-1099.

Mulliken RS. (1955). Electronic population analysis on LCAO-MO molecular wave functions. I. *The Journal of Chemical Physics*, *23*(10), 1833-1840.

Murray JS., & Sen K. (Eds.). (1996). Molecular electrostatic potentials: concepts and applications.

Phadke Swathi, N., Alva VD., & Samshuddin S. (2017). A Review on 1, 2, 4-triazole derivatives as corrosion inhibitors. *Journal of Bio-and Tribo-Corrosion*, *3*(4), 1-12.

Sajan D., Joe H., Jayakumar VS., & Zaleski J. (2006). Structural and electronic contributions to hyperpolarizability in methyl p-hydroxy benzoate. *Journal of Molecular Structure*, *785*(1-3), 43-53.

Subashchandrabose S., Krishnan AR., Saleem H., Parameswari R., Sundaraganesan N., Thanikachalam V., & Manikandan G. (2010). Vibrational spectroscopic study and NBO analysis on bis(4-amino-5-mercapto-1,2,4-triazol-3-yl) methane using DFT method. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *77*(4), 877-884.

Süleymanoğlu N., Ustabaş R., Bingöl Alpaslan Y., Ünver Y., & Direkel Ş. (2019). Theoretical study for thiol-thione tautomerism of 1, 2, 4-triazole derivative with schiff base and thiophene. Journal of molecular structure, 1182, 36-46.

Sumrra SH., Zafar W., Asghar ML., Mushtaq F., Raza MA., Nazar MF., ... & Mumtaz S. (2021). Computational investigation of molecular structures, spectroscopic properties, cholinesterase inhibition and antibacterial activities of triazole Schiff bases endowed metal chelates. Journal of Molecular Structure, 1238, 130382.

Utthra PP., & Raman N. (2018). Probing the potency of triazole tethered Schiff base complexes and the effect of substituents on their biological attributes. International journal of biological macromolecules, 116, 194-207.

Yüksek H., Kol ÖG., Akdeniz F., (2006). Bazı Yeni Potansiyel Biyolojik Aktif Ftalimid Türevlerinin Sentezi, Kimya, XX. Ulusal Kimya Kongresi, Kayseri, Bildiri Özetleri Kitabı, OKP-240.

Zafar W., Sumrra SH., & Chohan ZH. (2021). A review: pharmacological aspects of metal based 1, 2, 4-triazole derived Schiff bases. European journal of medicinal chemistry, 222, 113602.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Estimation of Atterberg Limits of Soils by Artificial Neural Networks

Denizhan Mersin[1,2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9685-1499)*

[1]Firat University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Elazig, Turkey
[2] Izmir Institute of Technology, Department of Civil Engineering, Izmir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: dmersin@firat.edu.tr

Abstract

Soils intended to support structures, pavements or other loads should be evaluated by geotechnical engineers to predict their behavior under conditions of applied forces and varying humidity. Soil mechanics tests in geotechnical laboratories measure particle size distribution, shear strength, moisture content, and the potential for expansion or contraction of cohesive soils. Atterberg limit tests determine the moisture content at which fine-grained clay and silt soils transition between solid, semi-solid, plastic and liquid states. Artificial neural networks (ANN) is an information processing technology inspired by the information processing technique of the human brain. In this study, the determination of the Atterberg limits, which are frequently used for the determination of soil properties in geotechnical engineering and their comparison with experimental data, were determined and the results showed a very similar pattern.

Keywords: Plasticity Index, Liquid Limit, Geotechnical Engineering, Artificial Neural Networks, Civil Engineering

INTRODUCTION

Applications of Artificial Neural Networks (ANNs) in civil engineering, including geotechnical, have increased. Işık and Özden (2013) used ANN prediction models to estimate the compression parameters of both coarse and fine-grained soils. A total of 200 soil mixes were prepared and compacted in standard Proctor energy. Compression parameters were estimated through ANN models using different input datasets. ANN prediction models have been developed to find which index features are well correlated with compression parameters.

Transition fine content ratio (TFR) was defined as a new input parameter in addition to the soil index parameters. It has been shown that the optimum water content (Wopt) and maximum dry unit weight estimation can be made with high accuracy using the parameters of the foundation soil index. However, the desired predictive accuracy and generalization ability can be achieved by properly normalizing and dividing the data.

In this study, it is aimed to determine the Atterberg limits from the soil properties experimentally and to estimate them using artificial neural networks and compare the values. Such studies have been carried out before in geotechnical engineering experiments. To give one recent example, Azadmard et al. (2020) conducted a study to compare the effectiveness of multiple linear regression (MLR) and hybrid GA method with ANN for the prediction of nearly saturated soil hydraulic properties. The results of the MLR analysis showed that this method has the potential to predict nearly saturated soil hydraulic properties in the study area. The higher performance of the GA-ANN models compared to the MLR models confirmed the existence of nonlinear relationships between the physical and chemical properties of the soil and the hydraulic properties.

MATERIALS AND METHODS

In fine-grained soils (cohesive), the softness and hardness of the soil is indicated by the consistency. As the amount of water in the fine-grained soils increases, it varies in a wide range from a very solid state to a fluid liquid consistency. Accordingly, there are great differences in engineering properties such as strength, strain under load, and compression.

In order to experimentally determine the changes in the consistency of fine-grained soils depending on the water content, some limit water content values have been defined. Experiments developed by Swedish scientist Atterberg are used to determine these values, known as consistency limits.

The liquid limit is the water content when the soil changes from a plastic material to a flowing material. There are several methods for determining the liquid limit. Among these, the Casagrande Method is widely used. The Casagrande liquid limit instrument is placed on a solid rubber block by 1 cm when the handle is turned. It consists of a hemispherical brass bowl falling from a height.

Performing the Liquid Limit Experiment:

a) Some amount is taken from the ground that has been dried and passed through the sieve no. 40, placed in a porcelain bowl and mixed by adding some distilled water.

b) Wait for a while for the sample to cure.

c) A little is taken from the mixed sample. The rice bowl is placed. It is smoothed out with a spatula. The sample in the bowl is divided into two with a slit cutter. Once again, the upper part is corrected, while dividing it into two, care is taken to ensure that both parts are of equal size.

d) Then the handle of the tool is turned and the stone is 1 cm. It is dropped from height 2 times per second. With the effect of falling, the cavity begins to close, and the two separated parts begin to approach each other.

e) Each stroke from the start, the slot 1.12 cm. counted until closing. As soon as it is closed, some sample is taken from here to determine the water content and the number of strokes is recorded.

f) The bowl is cleaned, a little more distilled water is added to the sample in the mixing bowl and mixed.

g) Operations c, e, f are done sequentially. This process should be repeated at least 4 times.

At the end of the experiment, a logarithmic scaled stroke number – water content graph is drawn. The water content value corresponding to 25 strokes from the graph is determined as the liquid limit value.

Plasticity is a feature of fine-grained soils and means being able to be shaped without breaking. The plastic limit is defined as the water content at which cracks appear on the surface of the wet soil during kneading. In other words, the plastic limit is the water content value at which the soil transforms from a semi-solid material to a plastic material.

Performing the Plastic Limit Experiment:

a) A portion of the sample, which has been passed through the sieve no. 40 and used for the liquid limit test, is rolled on the frosted glass with the palm of the hand.

b) 3 mm formed during rounding with the palm. thick bars, when cracks and self-breaking occur, they are taken into the sample cup to determine the water content.

c) The sample weighed together with the sample container is left for drying in the oven.

d) If the ground rods do not crack or split even though the diameter is below 3 mm, the ground is considered to be plastic yet.

e) It is expected that the water content will decrease for a while. The experiment is continued by repeating the rounding process with the palm of the hand, and it is applied for options b and c.

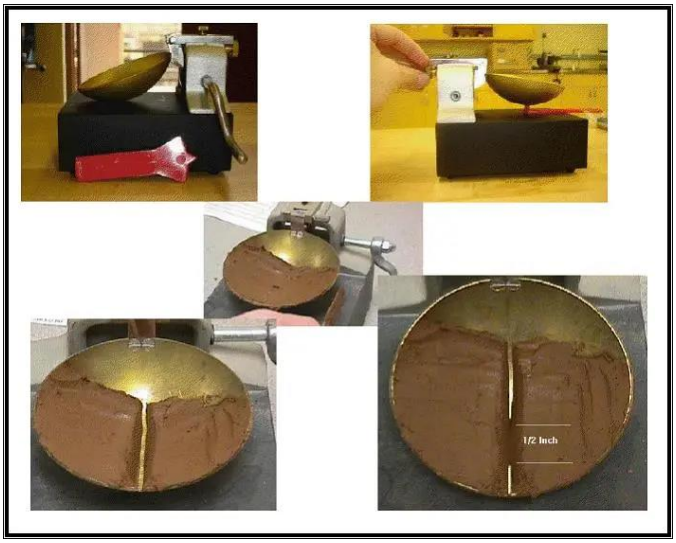


Figure 1. Casagrande Apparatus

RESULTS and DISCUSSION

Figures 2 and 3 show the graphical comparison of Liquid limit and plasticity Index values, respectively. The X-axis shows the experimentally calculated data, while the Y-axis shows the predicted data by the ANN. As can be seen from the figure, the estimated and data overlap very significantly with the experimental data. So much so that the R^2 values are very close to 1.

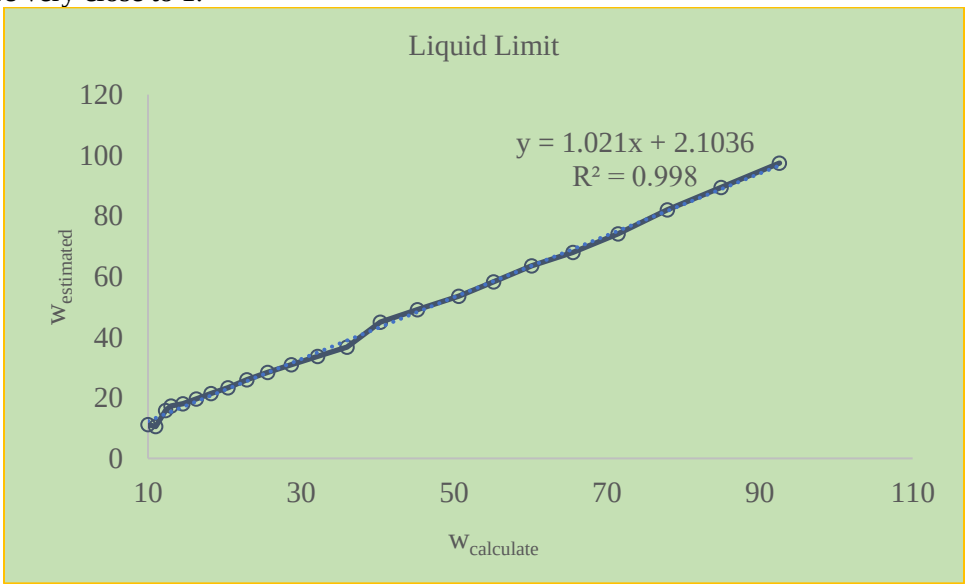


Figure 2. Liquid Limit Comparison

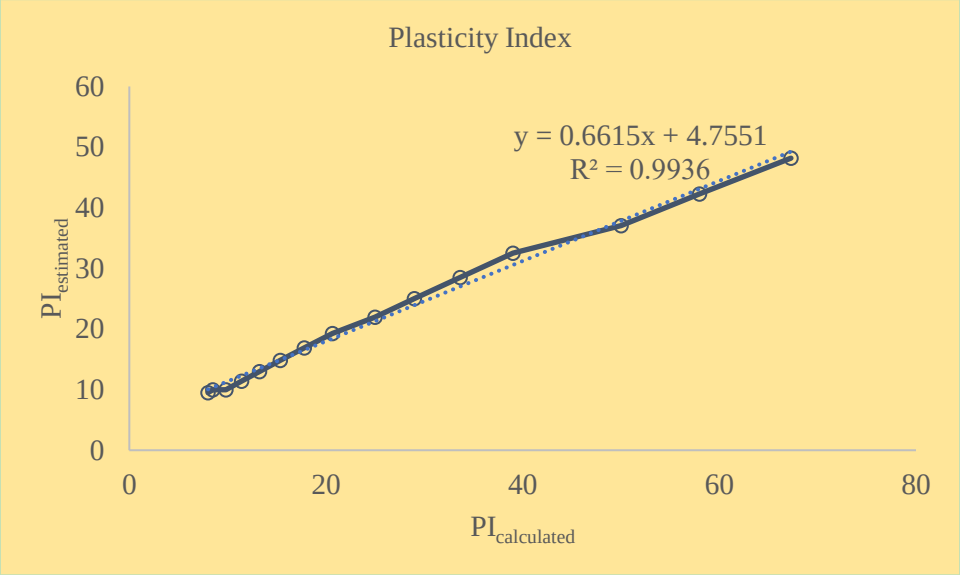


Figure 3. Plasticity Index Comparison

CONCLUSION

In recent years, the use of expert systems such as machine learning or artificial intelligence methods has become widespread in the creation of soil properties and soil behavior prediction models. It is seen in the literature that soil properties are successfully estimated using expert systems. This study, it is aimed to introduce new generation methods for determining soil properties (Atterberg limits) and explaining soil behavior in geotechnical engineering. Artificial intelligence methods such as artificial neural networks and fuzzy logic are frequently used today to determine soil properties and explain soil behavior. Artificial neural networks are an advantageous method compared to traditional regression methods.

It should be emphasized that once the model has been trained and tested, it can be used as an accurate and fast tool for estimating settlements under specified conditions. It is thought that a new phase has been passed with the use of these new-generation trends in geotechnical engineering.

REFERENCES

Adab, H., Morbidelli, R., Saltalippi, C., Moradian, M., & Ghalhari, G. A. F. (2020). Machine learning to estimate surface soil moisture from remote sensing data. Water, 12(11), 3223.

Azadmard, B., Mosaddeghi, M. R., Ayoubi, S., Chavoshi, E., & Raoof, M. (2020). Estimation of near-saturated soil hydraulic properties using hybrid genetic algorithmartificial neural network. Ecohydrology & Hydrobiology, 20(3), 437-449.

Erol, A. O., & Çekinmez, Z. (2014). Geoteknik mühendisliğinde saha deneyleri. Yüksel Proje Yayınları.

Karslıoğlu, A., Mert, A. A. & Onur, M.İ (2021). Zemin Özelliklerinin Belirlenmesinde Yeni Trendler. European Journal of Science and Technology, (28), 998-1007.

Isik, F., & Ozden, G. (2013). Estimating compaction parameters of fine-and coarse-grained soils by means of artificial neural networks. Environmental earth sciences, 69(7), 2287-2297.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Evaluation of Waste Materials in Transportation Engineering

Denizhan Mersin[1,2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9685-1499)*

[1]Firat University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Elazig, Turkey
[2] Izmir Institute of Technology, Department of Civil Engineering, Izmir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: dmersin@firat.edu.tr

Abstract

Nowadays, intensive work is being done on the evaluation of household waste and during the production of various products. This study compiles studies investigating the usability of wastes such as marble dust, fly ash, phosphogypsum, and glass dust in asphalt pavement mixtures. Marshall stability samples were prepared by using asphalt cement at 3.5, 4.0, 4.5, 5.0, 5.5, 6.0, and 6.5 ratios to determine the optimum binder ratio. The optimum bitumen percentage was determined by applying the Marshall stability test to the prepared samples. Marshall stability test was applied to the samples for the optimum bitumen percentage found as 4.9%. The variation of Marshall stability and yield values in bituminous mixtures using industrial waste fillers were investigated. In addition, the usability of used engine oils in the modification of bituminous binders has also been mentioned. For this purpose, bitumen was modified by mixing horse engine oil in 5 different ratios ranging from 1% to 5% from 70/100 penetration class to bitumen using a standard method. The changes in the bitumen as a result of the modification were investigated on basic engineering properties such as penetration, softening, flash point, and viscosity. At the same time, it was revealed how the temperature sensitivity of the bitumen and the mixing and compaction temperatures changed after the bitumen was modified with used engine oil. In addition, the modification index is defined for each test method. As a result, a significant change has occurred in the basic engineering properties of the modified bitumen samples using different ratios of used engine oil additives. It was determined that the softening point, flash point, and viscosity values of the bitumen with an increase in the penetration value were decreased. According to the evaluations made on the basic engineering properties of bitumen, it was predicted that it would be possible to recycle used engine oils by using them in bitumen modification.

Keywords: Transportation Engineering, Pavement, Waste Materials, Circular Economy, Civil Engineering

INTRODUCTION

The storage or abandonment of various products obtained as waste creates great difficulties and brings great problems to a society, including environmental pollution. Today, intensive work is being done on the evaluation of by-products or wastes obtained during the production of various products. Different applications are seen in obtaining high-performance mixtures. Among these applications are the use of various additives, material selection with high-performance value, high-quality control, different design methods, and up-to-date testing techniques. One of the methods applied in the production of high-performance bituminous hot mix used on roads is the use of industrial waste materials as an additive. With the evaluation of waste materials, environmental pollution caused by wastes is prevented and some properties of roads are improved by using these wastes. In addition, the evaluation of waste, considering the principles of circular economy, it also contributes to the national economy.

METHODS

Waste engine oil was added to the supplied bitumen samples at the rates determined by the bitumen weight (from 1% to 5%) and the modification was carried out.

(i) Heating the bitumen at 145±5 °C, discharging the bitumen into containers of 500 grams,

(ii) Adding the waste engine oil additive to the bitumen at the determined rates,

(iii) Processing the bitumen-waste engine oil mixture at 140±5 °C at 1000 revolutions per minute. It is mixed for hours.

In the study, the physical and mechanical effects of industrial wastes with different properties (marble dust, fly ash, phosphogypsum, and glass dust) on the asphalt concrete wear layer were investigated. Bituminous mixtures prepared with fixed bitumen content and different stone dust and industrial waste fillers (marble dust, fly ash, phosphogypsum, and glass powder) ratios. Marshall stability test was performed and the variation of void, stability, and yield values were investigated.

In another different type of study, the changes in the basic engineering properties of modified bitumen obtained by adding Waste Engine Oil at different rates were investigated. In this study, penetration, softening point, viscosity, and flash point tests were carried out to determine the changes in bitumen.

RESULTS and DISCUSSION

According to the penetration test results, it will be seen that there is a significant increase in the penetration value with the increase in the ratio of Waste Engine Oil added to the bitumen. According to the penetration classification system, bitumen modified with Waste Motor Oil up to 3% remains in the pure bitumen class (70/100). However, modified bitumen containing 4 and 5% WASTE ENGINE OIL changes the existing bitumen class. Waste Engine Oil modified bitumen samples at the specified rates provide 100/150 bitumen class penetration values. In addition, it is observed that with each unit increase of Waste Engine oil up to 3%, approximately 5 units of penetration increase occurs, but at 4%, the increasing amount is 10 units compared to 3%, and 5% of the increasing amount is 4%.

According to softening test, as the waste motor oil and additive ratio increases, there is a significant decrease in the softening point of the modified bitumen. In addition, an increase in the ratio of one unit of Waste Engine Oil caused a decrease in the softening point of 2°C on average.

It has been revealed that the flash points of bitumen modified with different ratios of Waste Motor Oil decrease up to 30 °C. It has been observed that the bitumen modified with 5% waste engine oil has reached the limit value defined in the TS EN 12591 standard, 230 °C, for most of the bitumen samples. For this reason, it becomes necessary to inspect the modified bitumen obtained by adding 5% and more Waste Engine oils to the bitumen in terms of safety.

According to the viscosity test results, the viscosity value was found to be high for all samples at temperatures of 110 °C. However, the viscosity values measured in the modified bitumen with Waste Engine Oil were lower than that of the pure bitumen. In addition, the decrease in viscosity becomes more pronounced as the waste-engine oil ratio increases. A similar trend is observed at other temperatures (135 and 165 °C). However, no large differences were observed between the measurements made at high temperatures compared to those made at low temperatures. For example, in the viscosity measurements made for pure bitumen at 165 °C, a value of 139 cP was reached, while this value was determined as 90 cP in modified bitumen with 5% Waste Engine Oil. However, considering the viscosity values at 110 °C, this value was measured as 2263 cP for pure bitumen, and 1154 cP for modified bitumen with 5% Waste Engine Oil.

In another different type of study, the results of the tests (void values in terms of %, and yield values in mm) performed for mixtures with filler additives such as marble powder, phosphogypsum, fly ash, glass powder and stone powder are shown in Figure 1.

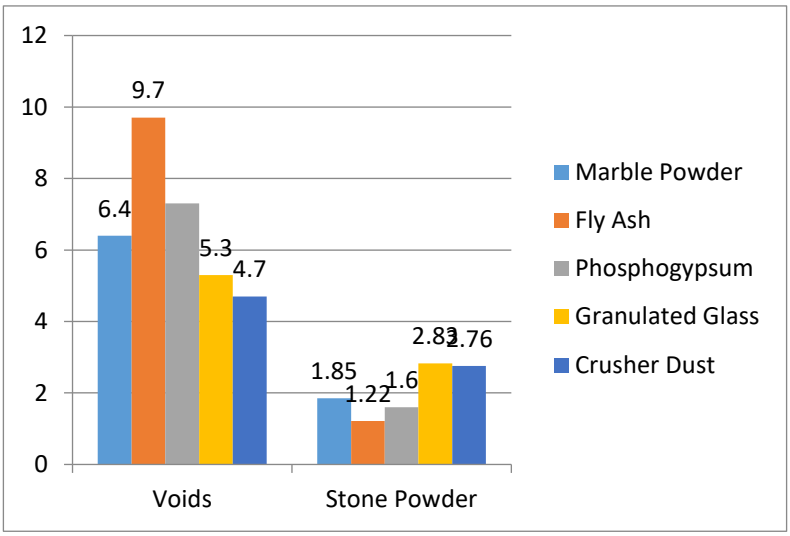


Figure 1. Test Results for different filler types

The changes occurring in pure bitumen with a penetration class of 70/100 modified with AMY at intervals ranging from 1% to 5% by bitumen were investigated over the basic engineering properties of bitumen. And as a result, as the rate of waste engine oil increases;

(i) Increase in penetration values,

(ii) Decrease in softening points,

(iii) Decrease in flashpoints,

(iv) Decrease in viscosity values,

(v) Increased sensitivity to temperature

(vi) A decrease in mixing and compaction temperatures was observed.

In the other type of study, Marshall stability tests were applied to the samples with the same grain distribution and optimum bitumen content, prepared by using natural fillers in the aggregate and industrial waste materials instead of natural fillers. Evaluations of the results were made with void, stability, and yield values. The void percentage values of the mixtures prepared with the addition of marble dust and glass powder fillers are between 3 - 5%, which are the specification limits, and the fly ash and phosphogypsum void values are well above the specification limits. Therefore, it is concluded that it cannot be used in special cases where impermeability is required. The stability values of the mixtures with marble dust, fly ash, phosphor, and glass powder fillers were above the lower limit value of the specification, 900 kg. The yield values of the mixtures with marble powder, phosphogypsum, and glass powder fillers remain between the specification limits of 2 mm – 4 mm. The flow values of fly ash fillers are below the specification limits. These values show that fly ash behaves like a brittle material with increasing filler ratios.

In general, as the waste filler ratio increases, the void ratio and stability values increase and the flow values decrease in all industrial wastes except glass powder waste.

In experimental studies, it was determined that the most suitable industrial waste filler ratio in terms of Marshall stability test results was 4% stone dust - 3% industrial waste filler. Even at the rate of 0% stone dust - 7% industrial waste filler, specification limits are provided.

The test results show that industrial waste filler materials can be used at a rate of 7% instead of stone dust filler in hot bituminous mixtures. It is thought that the coating layers produced by using marble dust, fly ash, phosphogypsum, and glass dust industrial waste fillers in hot bituminous mixtures will have good strength.

CONCLUSION

Industrial enterprises generally do not expect any financial income from waste. The circular economy, on the other hand, aims to preserve their value for as long as possible by minimizing waste generation and returning materials and resources to the product cycle at the end of their use. They want to get rid of these wastes that occupy the field unnecessarily. Therefore, in road pavement works, taking into account the transportation cost, using industrial wastes as fillers, or adding waste materials to bituminous mixtures, both economic gain will be achieved and these materials that cause environmental pollution will be evaluated in this way.

REFERENCES

Aruntaş, H., Y., Uçucu küllerin inşaat sektöründe kullanım potansiyeli, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Ankara, Cilt 21, No 1, 193-203, (2006).

Deniz, M.T., Sönmez, İ., Yıldırım, S. A., Eren, B. K., Kullanılmış otomobil lastiklerinin bitümlü sıcak karışım performansına etkisi, 6. Ulaştırma Kongresi, İstanbul, 349, (2005).

Güngör, M.M., Afşin Elbistan uçucu külünün esnek yol kaplamalarında filler olarak kullanımı üzerine bir araştırma, M.Sc. Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, (1996).

Gökalp, İslam & Yildiz, Ali & Eren, Muhammed & Uz, Volkan. (2019). ATIK MOTOR YAĞI MODİFİYELİ BİTÜMÜN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI. 27. 184-193. 10.31796/ogummf.571513.

Üstünkol, F. N., Endüstriyel atıkların karayolu üstyapısında değerlendirilmesi, BAÜ FBE Dergisi, Balıkesir, Cilt:11, Sayı:1, 15-27, (2009).

➢ *ORAL PRESENTATION*

Ortopedik cerrahide biyolojik osteosentez

Nahit SAYLAK[1*] (*ORCID:* 0000-0003-2008-5403), Semih ALTAN[1] (*ORCID:* 0000-0003-3158-3678)

[1]Dicle Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye

[*]Sorumlu yazar e-mail: nsaylak@gmail.com

Özet

İnsan nüfusunun artmasıyla birlikte insanlar ve hayvanlar arasındaki etkileşim artmaktadır. Bu durumla paralel olarak özellikle evde beslenen hayvan sayısı da çoğalmıştır. Artan teknolojik gelişimle birlikte gerek şehir hayatında gerekse kırsal alanlardaki hayvanların başta trafik kazaları olmak üzere, yüksekten düşme, ateşli silah yaralanmaları, hayvanların birbiriyle olan kavgaları ve travmalar sonucunda kemik kırıklarıyla sıklıkla karşılaşılmaktadır. Bunların tedavisine yönelik birçok seçenek bulunmaktadır. Konservatif tedavi süreci, anatomik ve rijit fiksasyonun uygulandığı mekanik ve operatif dönem ile devam etmiş; bugün ise biyolojik ve mekanik prensiplere dayanan yeni bir döneme geçilmiştir. Kırık biyolojisinin kırık iyileşmesi üzerindeki sürecin daha iyi anlaşılması ve mutlak stabiliteye kıyasla, göreceli stabilite kavramının ortaya konması, kırık tedavisinde biyolojik tespit yöntemlerinin daha da gelişmesine yol açmıştır. Öncelikli olarak hayvan refahının göz önünde bulundurulduğu ve konforunun düzeltilmesi hedeflenmektedir. Tüm ortopedik operasyonlardan sonra kırılan kemiğin bir an önce iyileşmesi ve hastanın tekrar eski sağlığına kavuşması amaçlanmaktadır. Kırık iyileşme komplikasyonlarını en aza indirgemek ve kırık iyileşmesini hızlandırmak için kullanılacak bütün implant çeşitlerinde biyolojik osteosentez ilkelerine uyularak opere edilmeye özen gösterilmelidir. Biyolojk osteosentez ilkeleri; eksen düzgünlüğü, kemiğe gelen damarsal bağlantının zarar görmesini engelleyecek uygun bir fiksasyon sistemi ve non invaziv operasyon seçeneklerinden yararlanmaktır. Daha önceleri kırık hattındaki mekanik yaklaşıma verilen önem giderek yumuşak doku desteğinin, canlılığının korunmasına ve bu anlamda biyolojik görüşe doğru yönelmektedir. Biyolojik osteosentez ilkelerini prensip edinen birçok implant üretilmekte ve gün geçtikçe ortopedi ve travmatoloji alanında çalışmalar devam etmektedir.

Anahtar Kelimeler: biyolojik osteosentez, göreceli stabilite, kırık iyileşmesi, mutlak stabilite

Biological osteosynthesis in orthopedic surgery

Abstract

The interaction between humans and animals is increasing along with the human environment. In parallel with this situation, the number of animals living at home has also increased. Along with the increasing technological development, animals in rural areas, especially traffic accidents, fall from height, explosion gun spills, fights from animals and animals in rural areas. As a result of trauma, long bone fractures occur. Compared to the operation on it, better results and absolute stability, it is aimed to reveal the final stability construction, to re-fried the geometric fixation methods in the fracture treatment, and to provide the comfort of the fracture treatment. is intended. Major axis straightness benefits from an appropriate fixation operation that will prevent damage to the vascular connection to the bone. Many implants are produced and continue to operate in the field of orthopedics and traumatology.

Keywords: absolute stability, biological osteosynthesis, fracture healing, relative stability

GİRİŞ

Kırık iyileşmesinde tarihsel olarak alçı tespiti ve traksiyon uygulamaları ile başlayan konservatif tedavi süreci, anatomik ve rijit fiksasyonun uygulandığı mekanik ve operatif dönem ile devam etmiş; bugün ise biyolojik ve mekanik prensiplere dayanan yeni bir döneme geçilmiştir.
Kırıkların sağıltımında önemsenmesi gereken en kısa zamanda uygun pozisyonda kemiğin kaynamasını sağlayıp, kırılan kemiğin eski işlevsel fonksiyonuna en erken sürede döndürebilmektir. Kırık biyolojisinin daha iyi anlaşılması, kırık fiksasyonunda, yumuşak dokuların ve kemiğin lokal beslenmesinin korunmasının önemini göstermiştir. Kırık iyileşmesinde, kırık bölgesindeki yumuşak dokuların ve lokal kan dolaşımının uygulanan tedavi ile mümkün olan minimum zarar görmesi, kırık iyileşmesini hızlandırmakta ve enfeksiyon yatkınlığını düşürmektedir.
Daha önceleri kırık hattındaki mekanik yaklaşıma verilen önem giderek yumuşak doku desteğinin ve canlılığının korunmasına ve bu anlamda biyolojik görüşe doğru yönelmektedir.

GENEL BİLGİLER

Genel olarak kırık sağaltımındaki hedef, en kısa sürede kırık hattında kaynama, erken fonksiyonel iyileşme ve postoperatif dönemde hayvanın rahatlığını sağlamak olmalıdır (Harasen, 2013).
Diafizyal ve metafizyal kırıklarda indirek redüksiyon tekniği ve minimal hasar ancak optimal materyalin kullanımı, ortopedi'de yeni bir görüş olarak ortaya çıkmıştır. Kırık iyileşmesinde osteosentezle elde edilen primer stabilitenin etkinliği çok fazla olmadığından, bilhassa parçalı diafizyal kırıklarda, kırık fragmanların rijit tespitinin çok önemli olduğu görüşü artık güncelliğini kaybetmiştir. Redükte edilmemiş canlı fragmentlerın kırık kallusuna hızla entegrasyonu, kırık hattının mekanik gücünü arttırmakta ve implantın aşırı yüklenmesi ve yorgunluğa bağlı oluşacak yetmezlik riskini azaltmaktadır. Minimal invaziv tekniklerle; kesin rijit tespitteki kompresyon uygulamasının aksine, kırık hattı kompresyon uygulanmadan, köprü şeklinde kat edilerek dizilim sağlanır (Muratlı ve ark., 2003).
Köprüleme osteosentezi (bridging osteosynthesis) ve indirekt redüksiyon biyolojik osteosenteze yakın anlamlarda kullanılan diğer terimleridir (Denny ve ark., 2003, Johnson ve ark., 1998, Palmer 1999).
Osteosentez terimini ilk olarak Belçikalı bir cerrah olan Lambotte kullanmıştır. Her ne kadar Lane ve Lambotte gibi cerrahlar daha 20. yüzyılın başlarında kırıkların internal tespit ile tedavisini uygulamışlarsa da rijit tespit ile primer kemik iyileşmesi elde edilmesi kavramı 20. yüzyılın ortalarında Danis'in yaptığı çalışmalar ile popüler olmaya başlamıştır. Danis'in çalışmalarından esinlenen Müller ve ark. 1950'lerin sonunda AO (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesenfragen) grubunu kurmuşlar ve kırıkların internal tespiti ile ilgili prensiplerini oluşturmaya başlamışlardır. 1990'lı yılların başına kadar AO'nun kırık tedavisindeki prensipleri:

- Anatomik redüksiyon
- Fragmentlerin rijit tespiti
- Kan dolaşımının korunması
- Erken eklem hareketi olarak tanımlanmıştır.

Bu prensipler ışığında kırıkta kallus dokusu olmadan primer kemik iyileşmesi hedeflenmiştir. Radyografik olarak kallus dokusu görülmesi tespitin stabilitesinin yetersiz olduğu şeklinde yorumlanmıştır. Anatomik redüksiyon ve rijit tespit sonrası hastalara erken hareket verilebilmesi ve başarılı sonuçlar elde edilmesini sağlamıştır (Yurdakul ve Sağlam, 2009, Gauıter ve Sommer, 2003).

Kemiğin Anatomi ve Histolojisi

Kemik Dokusu

Organizmada destek görevi yapan dokudur. Kemikler iskelet kaslarına bağlanma yerleri sağlayarak, pasif hareket sistemini oluştururlar. Kemikler ayrıca organizmanın kalsiyum depolarıdır. Bunlara ek olarak, bir takım kan hücreleri (eritrositler, granulositler, trombositler) yapan kırmızı kemik iliğini barındırırlar. Hücreler arası madde kalsiyum tuzları ile doymuş durumdadır. Sert olmasına rağmen, kıkırdak dokusundan farklı olarak damar içerir (Aslanbey, 2002).

Kemik Anatomisi

Ektremite uzun bir kemikte orta bölümde diaphysis, uçlarda ise epiphysis bulunur. İkisinin arasında kalan bölüme de metaphysis adı verilir. Bu bölgede epiphyseal kıkırdak diskler (cartilago epiphysealis) bulunur. Kemiğin uzunlamasına büyümesini sağlarlar. Kemik iliği boşluğunu endosteum sarar (Onar, 2008)

Kemik Histolojisi

Kemik, bütün canlı vücudunun en sert dokularından biridir. Mekanik özellikleri kolay anlaşılabilir nitelikte olan kemiğin, gerilme direnci neredeyse dökme demirinkine eşit, bununla beraber üç kat daha hafif ve on kat daha esnektir. Vücutta sağlam bir destek dokusu olmasının yanında, aynı zamanda mineral dengesinin düzenleyicisi ve kan hücreleri rezervuarı olarak da görev alır.
Kemik dokusu; canlı, oldukça iyi kanlanan ve innervasyona sahip, dinamik, mineralize bir bağ dokusudur. Kemik dokusu, ekstraselüler matriks içerisine gömülmüş mezenkimal hücreler içermektedir. Kemik iliğinin mekanik hasarı, kemik ve periost hücrelerinin aktivitelerini etkileyebilir (Bucholz ve ark., 2011, Jungueria ve ark., 1995, Schenk 2003, Miller 2004).

Kemik Zarları

Kemiklerin iç ve dış yüzlerini saran birer zar mevcuttur. Dış yüzeydekine periosteum, iç yüzeydekine ise endosteum adı verilir. Periosteum kompakt bağ dokusu, endosteum ise hücresel bir yapıdadır (Aslanbey 2002).

Kemik Hücreleri

Kemik dokularında dört çeşit kemik hücresi vardır.

Osteoprogenitor Hücreler

Bunlar kemiğin ana hücreleri olup şekilci fibroblastlara benzeyen mezenkim hücreleridir. Endostun ve periostun iç katında ve Havers kanalları bölgesinde bulunurlar. Osteoprogenitor hücreler kemik yapımı sırasında daha bol ve aktiftirler.
Sekunder kemiklerde yıkımlanmada bunlar aktifleşip bölünür, kemik yapımı ve kemik kıkırdaklarının tamiri sırasında hızla bölünüp çoğalır ve bir kısım osteoblastlara dönüşürler (Aslanbey 2002, Arıcan 2020).

Osteoblastlar

Kemik yapımında görev alan, çekirdekleri büyük olan hücrelerdir. Osteoblastlar, kemik üretiminin yoğun olduğu bölgelerde epitel hücrelerine benzer şekilde dizilmişlerdir. Endoplasmik retikulumları oldukça gelişmiş olup, bol miktarda golgi vezikülleri ve yüksek metabolik aktiviteyi karşılayacak miktarda mitokondriumları ve kapillerleri mevcuttur. Bu durum osteoblast'ların kemik dokusundaki protein sentezindeki önemini açıklamaktadır. Kemiğin üst yüzeyinde bulunurlar (Aslanbey 2002).

Osteositler
Yassı şekilde ve ince stoplazmik uzantıları bulunan kemik hücreleridir. Osteositler lamellerin longitüdinal ve radial akslarına uygun olup düzenli olarak dizilmişlerdir. Bu hücrelerin asıl görevi madde alışverişini sağlamaktır. (Aslanbey 2002, Arıcan 2020).

Osteoclastlar
Çekirdek yapıları ve sayıları farklı olup, kemik rezorbsiyonunda görev alan hücrelerdir. Osteoclastlar hem hücreler arası matriksi hem de mineralleri abzorbe eder. (Aslanbey 2002, Arıcan 2020).

Kırık (Fracture)

Kemik dokusunun patolojik veya travmatik sepeblerden dolayı anatomik bütünlüğünün bozulmasıdır. Kırıklar, geniş ayrılma ve parçalanma şeklinde oluştuğunda çevresindeki kas, tendo, ligament, damar, sinir ve diğer herhangi bir organ yaralanabilir. Hareket sisteminin travmatik bir hastalığı olarak değerlendirilebilir (Altunatmaz 2004)

Etiyoloji

Kemiklerde kırığı oluşturan nedenler travmatik etkiler ve predispozisyon oluşturan birçok etken vardır. Bundan dolayı, hazırlayıcı ve yapıcı olarak iki bölümde incelemek gerekir.

Hazırlayıcı Nedenler;

- Yaşlılık
- Aşırı yorgunluk
- Mineral madde ve vitamin dengesizlikleri
- Lokal bozukluklar (avasküler nekroz)
- Hormonal bozukluklar (osteodystrophia fibrosa)
- Neoplazik oluşumlar (losteosarcoma)
- Yangısal kemik hastalıklar (osteomiyelitis purulenta)
- Metabolik kemik hastalıkları (Raşitizm) (Fossum 2013)

Yapıcı Nedenler

Çok çeşitli travmatik nedenlerdir. Vurma, çarpma, yüksekten düşme, ısırılma,ezilme, sıkıştırma zorlama ve ateşli silah yaralanmalarının yanında, kemik üzerine aniden fazla bir kuvvet veya yükün binmesi, uzun kemiklerin ekseni etrafında zorlayıcı dönmeler, şiddetli kas kontraksiyonları sayılabilir (Aslanbey 2002, Arıcan 2020, Altunatmaz 2004).

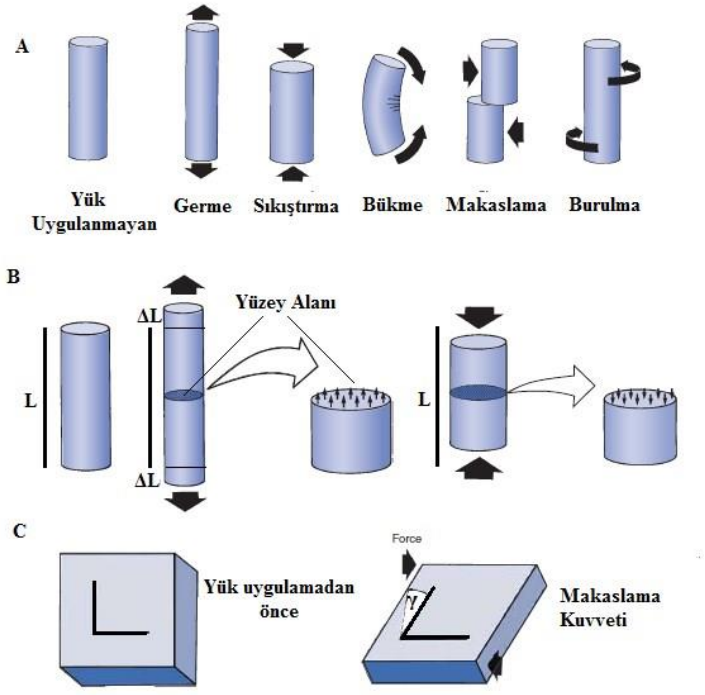
Kırığı oluşturan kuvvet mekanizması

Stres, mühendislik alanında birim alan başına uygulanan kuvvet olarak tanımlanır ve kuvvetin alan başına yoğunluğunu ifade eder. Mekanik fizikte üç çeşit tek-yönlü kuvvet bulunur.

Bunlar;

- germe (tensile),
- sıkıştırma (compression)
- makaslama (shear).

Eğer kemik dikey kuvvetlerin etkisi altında ise germe veya sıkıştırma stresine, paralel kuvvetlerin etkisi altında ise makaslama stresine maruz kalır (Resim 1) (Gürgül ve ark., 2016).



Resim1: A) Saf kuvvetler B) Sıkıştırma ve germe kuvveti etkisi altındaki bir cisimde gözlenen boyca kısalma ve boyca uzama deformasyonu (ΔL) C) makaslama kuvveti etkisi altındaki bir cisimde gözlenen açısal deformasyon

Kırık İyileşmesi

Kırık iyileşmesinin temeli bir bağ dokusu iyileşmesine dayanmaktadır. Yumuşak dokudan farklı olarak, osteoblast ve osteoklastların aktiviteleri ile özelleşmiş kalsifiye kemik dokusu oluşumudur.
Yaralanma anından itibaren diğer dokulardan farklı olarak skar dokusu bırakmadan eski haline ve eski fonksiyonuna en yakın düzeye gelene kadar devam eden bir süreçtir.
Bütünlüğü bozulan kemiğin iyileşme süreçlerini primer ve seconder olarak incelemek gerekir. Primer kırık iyileşmesi operatif müdahale yapılarak (pin, plak, vs) iyileşme şekli, belirgin bir kallus oluşmadan temasla iç kallus oluşumuyla, seconder kırık iyileşmesi ise kırık fragmentlerine herhangi bir müdahale yoktur. Onarım evresinde dış kallus oldukça belirgindir, hatta fragmentlerin birbirine uyumsuz pozisyonları sonrasında makroskobik olarak şiddetli kallus yapıları görülebilir.
İyileşmedeki en önemli ön koşul ilgili dokuların canlılığının yıkıma uğramamış olmasıdır. Kemik fragmanlarının avaskülarizasyonu kırık boşluğundaki kallus köprüsünü engeller.
Kırık şekillendikten ve iyileşme oluncaya kadar kemikte bir takım fizyolojik olaylar meydana gelmekte, bozulan anatomik kemik bütünlüğünün yeniden sağlanmasına yönelik olup düzenli kemik dokusu ile tekrar birleşmesine kadar devam eder. Temel olarak iki tip kırık iyileşmesi bulunmaktadır (Robins ve Kumar 1990, Burgucu 2016, Kılıçoğlu 2002, Frıgg 2001, Gauıter ve Sommer 2003).

Primer Kırık İyileşmesi

Primer kırık iyileşmesi dislokasyona uğramamış kırık fragmentlerin uçlarında veya rijit osteosentez uygulanan kırıklarda görülen bir kırık iyileşmesi şeklidir. Belirli bir dış kallus oluşmadan, sadece iç kallusla devam eden temas iyileşmesi şeklinde oluşmaktadır. Radyolojik olarak kallus görülmez. Kırık uçlarında bulunan nekrozu, osteoklastlar rezorbe eder. Peşinden osteoblastlar yeni kemik yapısını oluşturur. Kıkırdak süreç olmadığından dolayı intramembranöz kemikleşmeye benzetilir. Arzu edilen bir iyileşme türüdür.
Kırık sağaltımında fragmentlerin redüksiyonu sağlandıktan sonra bölgede uygun bir kompresyon ve rijid internal fiksasyon ile mutlak bir immobilizasyon sağlanır ise, bu sayede kırık iyileşmesi, endosteal ve periosteal kallus oluşumu ile olmayıp, direk kortikal kemiğin gelişmesiyle oluşur (Erol ve ark., 2014)

Sekonder Kırık İyileşmesi

Sekonder kırık iyileşmesi daha çok rastlanan, kırığın rijit fikzasyonunun yeterli yapılmadığı veya kapalı fikzasyonun yapıldığı durumlarda şekillenmektedir. Doğal iyileşme şekli budur. Biyolojik osteosentez yapılan olgularda seconder kırık iyileşmesi oluşur. Yapılan deneysel çalışmalarda, anatomik redüksiyon ve rijid tespit ile kıyaslandığında biyolojik tespit grubunda kemik köprüleşme ve kallusun mineralizasyonun daha hızlı ve etkin olduğu saptanmıştır. Radyolojik olarak bu iyileşme çeşidinde kallus izlenir. Sekonder kırık iyileşmesi birkaç evreye ayrılmıştır. Bu iyileşme süreleri zaman olarak birbirlerinden kesin sınırlar ile ayrılmazlar. Histolojik görünümlerine göre yapılan bu sınıflandırmalar ufak farklılıklar hariç, genel olarak aynı bulgular kabul edilip benzer sıralamalar yapılmıştır (Erol ve ark., 2014, Dernell 1999).

Hematom Devresi

Kemik kırılınca, kemiğin ve çevredeki yumuşak dokuların parçalanması sonucu ortaya çıkan kan, lenf ve eksudat infiltrasyonu kırık bölgesinde birikerek hematomu oluşturur. Hematom devresi yaklaşık 2-3 hafta kadar sürer. Hematom içerdiği hücrelerle ve ajanlar sayesinde ileriki zamanda doku matriksinin oluşumunda yardımcıdır (Gartner ve Hıatt 2006, Arıcan 2020)

Primer Kallus (Gelişme) Devresi

Osteojenik Hücrelerin Farklılaşması ve Proliferasyonu

Bu aşamada, 48 saat içinde iyice gelişir. Kapillarlardan zengin olan bölgelerde farklılaşma osteoblast halinde, damarı az olan bölgelerde chondroblast halinde olur ve daha sonra kemikleşir.

Proliferasyon Dokusunun İlerlemesi:

Periost'un osteojenik katını oluşturan hücrelerin osteoblast veya chondroblast halinde farklılaşması sonucu bu kat kalınlaşır. Bu oluşumlardan kurulu yeni doku, fragmentlerin uçlarından birbirine doğru ilerler, karşılaşır ve birbirlerine karışırlar (Yorgancıgil 2001, Yavuz 2012).

Konsolidasyon (Pekişme) Devresi

Fragmentlerin anatomik devamlılığı ve temas işlemi, kırık uçlarının osteojenik tabakalarının birleşmesi ve kaynaşması ile olur. Dıştan eksternal (periostal) kallus, içten ise, medullayı dolduran endosteal kallus ilerler. Endokondral kemik dokusu gelişir ve kemikleşme başlar (Buckwalter ve ark., 1995, Burgucu F 2016).

Kemiğin Yeniden Şekillenmesi

Bu matriks yapımı ve yeni kan damarlarının oluştuğu granülasyon döneminden sonra bölgede kıkırdak gelişimi görülür. Bu taze kıkırdak dokusu gelişimi ve damarlanmasını takiben kalsifikasyon başlar ve artık yeniden şekillenme hareketi de başlamıştır. Kırık iyileşmesinin ilk dönemlerinde periosteal damarlar, geç dönemde ise besleyici (nutrisyen) damarlar, kılcal damarların tomurcuklanmasına yardımcı olur. Fakat kılcal damar gelişimi osteojenik hücre çoğalması kadar hızlı olmadığından, beslenmenin daha iyi olduğu kemiğe yakın seviyedeki hücreler, osteoblastlara dönüşür. Fragmentlerin ölü uçları rezorbe olur, aradaki açıklık eksternal ve endostal kallustan gelişen spongiyöz kemik trabekülleri ile doldurulur. Bu koşullarda yeniden şekillenme evresi en uzun periyottur.
Son dönemde yapılan çalışmalarda kırık iyileşmesindeki biyolojik dönemler şöyle tanımlanır:

1. Yangı (İnflamasyon) evresi,
2. Onarım (Reperasyon) evresi,
3. Yeniden şekillenme (Remodeling) evresi (Gartner ve Hıatt 2006, Arıcan 2020, Kılıçoğlu 2002, Denny 2000).

BİYOLOJİK OSTEOSENTEZİN ÖNEMİ

Son yıllarda kırık tedavisinde önemli gelişmeler olmuştur. Kırık fragmanlarının anatomik redüksiyonu ve kompresyon sağlanarak stabilize edilmesi, bu tip tespitte mekanik stabilite ön planda tutulmaktaydı. Kırık biyolojisinin kırık iyileşmesi üzerindeki sürecin daha iyi anlaşılması ve mutlak stabiliteye kıyasla, göreceli stabilite kavramının ortaya konması, kırık tedavisinde biyolojik tespit yöntemlerinin daha da gelişmesine yol açmıştır. İntramedüller çivi ve eksternal fiksatör gibi kırığı atelleyen yöntemler ile elde edilen başarılı sonuçlar, plakların da aynı amaçla kullanılmasını gündeme getirmiş ve plaklama tekniği daha popüler olmuştur. Minimal invaziv plak osteosentezi tekniğinde kırık hattı açılmadığı için kırık bölgesinde dolaşım bozulmamaktadır.
Mekanik stabiliteye önem veren tespit yöntemleri giderek yerini biyolojik tespit yöntemlerine bırakmış ve bununla birlikte tüm cerrahi alanlarda olduğu gibi ortopedik travma cerrahisinde de minimal invaziv yöntemler popüler olmaya başlamıştır. Tanım olarak minimal invaziv osteosentez, kemiğe yumuşak doku pencerelerinden ulaşıldığı, kemik ve yumuşak dokuya saygılı indirekt redüksiyon tekniklerinin kullanıldığı, kırık hattına direkt redüksiyon gerekirse bunun minimal ek travma oluşturarak yapıldığı ve olabildiğince minumum iz bırakan cerrahi aletlerin kullanıldığı bir tekniktir. Goodship ve Kenwright, kırık hattındaki mikro hareketin kal oluşmasını artırdığını göstermişlerdir. Hareketin aşırı olması ise doku farklılaşmasını durdurmakta ve kaynamamaya yol açmaktadır. Yapılan esnek tespit ile kırıkta kontrollü harekete izin verilirken bu aşırı hareket engellenmektedir. Esnek tespit sonrası oluşan kal dokusu ise kırık bölgesinin stabilitesini artırmakta ve implantın aşırı yüklenmesini önlemektedir. Esnek tespit sonrası elde edilen stabilite "göreceli stabilite" olarak adlandırılmaktadır. Göreceli stabilite sonrası esnekliğin ne kadar olacağı ise Perren ve Boitzy'in tanımladığı "boşluk gerilim teorisi" ile açıklanabilir. Kırık hattındaki gerilim (ε), kırık hattındaki hareketin (δL) fragmentler arasındaki boşluğun genişliğine (L) oranı olarak tanımlanmıştır; ε= δL/L. Bu teoriye göre boşluk dar olduğu zaman aradaki granülasyon dokusunun gerilimi fazla olmakta ve hareketi daha az tolere etmektedir. Kırık hattının doğal rezorpsiyonu bu boşluğu genişleterek bir anlamda gerilimi düşürmektedir. Boşluğun geniş olduğu kırıklar ise belli miktarda harekete karşı daha dayanıklıdır. Sonuç olarak kırık bölgesindeki gerilimin %2'den az olması kal dokusu oluşmasını sağlamaktadır, %10-30 arasındaki gerilim ise yetersiz kemikleşmeye ve fibröz kaynamamaya yol açmaktadır. Biyolojik tespit ve Minimal İnvaziv Plak Osteosentezi (MİPO) Kırık tedavisinde göreceli stabilite kavramının anlaşılması, plak osteosentezinde daha biyolojik tespit yöntemlerinin kullanılmasını gündeme getirmiştir. Her ne kadar bu tekniklerde klasik uzun cerrahi kesiler kullanılmış olsa da, kırığın özellikle medialinde yumuşak doku diseksiyonu

yapılmadığı için kırık bölgesindeki lokal kan dolaşımı korunmuştur. Son yıllarda vida başlarının plağa kilitlendiği kilitli plakların geliştirilmesi MİPO tekniğinin de gelişmesine olanak sağlamıştır. PC-Fix geliştirildikten sonra başı kilitli vidaların biyolojik avantajları anlaşılmış ve AO tarafından distal femur ve proksimal tibiada MİPO tekniği ile uygulanabilecek LISS (Less invasive stabilization system) implantı üretilmiştir. LISS, vida başlarının plağa kilitlendiği bir sistemdir ve bir plaktan ziyade internal fiksatör olarak görev yapmaktadır. Vida başlarının kilitlenmesi stabilitenin plak-vida birleşim yerinde olmasını sağlamakta ve plak kemik ile temas etmemektedir. Bu nedenle periosteal dolaşım korunmaktadır. Bu kolay monte edilen kılıflar vasıtası ile kendi delen-kendi yiv açan vidalar küçük cerrahi kesilerden perkütan olarak uygulanabilmektedir. Tüm bu özellikler sayesinde distal femur ve proksimal tibia kırıklarında MİPO tekniği daha sık uygulanmaya başlamış ve oldukça başarılı erken klinik sonuçlar alınmıştır (Gönç ve ark., 2012, Yurdakul ve Sağlam 2009).

KAYNAKÇA

Altunatmaz K 2004. Kırık iyileşmesinin biyolojisi ve biyolojik osteosentez. İstanbul Üni vet Fak dergisi, 30(1):141-147.

Arıcan M 2020. Kemik anatomisi, kırık, kırıkların sınıflandırılması. Kedi ve köpek ortopedi ve travmatoloji. 1. baskı. Konya anka promosyon matbaa mlz. ltd.şti. 17-90pp.

Aslanbey D 2002. Veteriner ortopedi ve travmatoloji. özkan matbaacılık, Ankara 121pp.

Bucholz WR, Heckman DJ. Court-Brown CM 2011. Rockwood and green's fractures ın adults. lippincott, williams&wilkins. volume 1; section 1; general principles. sixth edition, 3-739.

Buckwalter JA, Glimcher MM, Cooper RR, Recker R 1995. Bone Biology II. Formation, Form, Modeling, Remodeling and Regulation of Cell Function. JBJS, 77: 1276-1289.

Burgucu F 2016. Selenyumun kırık iyileşmesi üzerine etkisi. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi, Bursa (danışman: Prof. Dr. Kemal DURAK).

Denny, HR, Butterworth S 2000. fracture healing ın a guide to canine and feline orthopaedic surgery. fourth edition. blackwell science. London, 3-17.

Dernell WS 1999. Treatment of severe orthopedic infections. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 29(5):1261-1274.

Erol M, Atalan G, Erol H, Doğan Z, Yönez MK 2014. Kırık iyileşmesinde non-steroidal antiinflamatuar ilaçların etkileri. Türkiye Klinikleri Veteriner Bilimleri Dergisi, 5(2): 85-90.

Fossum, T. W 2013. Small Animal Surgery Textbook-E-book. Elsevier Health Sciences, 127pp.

Frıgg R 2001. Locking compression plate. an osteosynthesis plate based on the dynamic compression plate and the point contact fixator ınjury, 32(2):63-66.

Gartner LP, Hıatt JL 2006. Color textbook of histology e-book. Elsevier Health Sciences, 142pp.

Gauıter E, SommerC 2003. Guidelines for the clinical application of the LCP Injury, 34:63–76.

Gürgül S, Coşar U, Erdal N 2016. Kemik biyomekaniği. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi dergisi, 8(1):18-34.

Harasen G 2003. Common long bone fractures in small animal practice. Canadian Veterinary Journal, 44:333-334.

Johnson AL, Eurell JAC, Losonsky JM, Egfcr EX 1998. Biomechanics and biology of fracture healing with external skeletal fixation compcnd. cont. educ. pract. Vet, 20(8): 487-500.

Jungueria CL, Carnerio J, Kelley O 1995. Bone basic histology new jersey appleton and lange, 132-151.

Kılıçoğlu SS 2002. Mikroskobi düzeyinde kırık iyileşmesi. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası, 55:143-150.

Miller MD 2004. Review of orthopaedics. philadelphia saunders, 266-305 pp.

Muratlı H.H, Can M, Biçimoğlu A 2003. Kırık tespitinde güncel yaklaşım Totbid, 2:1.

Palmer RH 1999. Biological osteosynthesis. vet. clinic. north am small anim. Pra, 29(5): 1171-1185.

Robins SL, Kumar V 1990. Kemik Onarımı. Patoloji: Çeviri Ed: Ö Uluoğlu. Güneş Kitabevi, 65-66pp.

Schenk RK Browner B, Jupiter J, Levine A, Trafton 2003. Biology of fracture. Skeletal Trauma. Philadelphia Saunders, 29-74pp.

Yavuz Ü 2012. Köpek ve Kedilerde Ekstremite Uzun Kemik Kırıklarının Dinamik Kompresyon Plağı ve Akrilik Eksternal Fiksatör ile Sağaltımlarının Klinik ve Radyografik Yöntemlerle Karşılaştırılması. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kayseri (Danışman: Prof. Dr. Gültekin ATALAN).

Yorgancıgil H 2001. Kırık İyileşmesi. İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 8(2): 104-106

Yurdakul M, Sağlam M 2009. Kedi ve köpeklerde ekstremite uzun kemiklerinin diyafizer kırıklarının sağaltımında uygulanan biyolojik osteosentez tekniklerinin klinik değerlendirilmesi. Ankara üniv vet fak derg, 56(1): 31-36.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Gemi çatışma kazalarının nedenlerinin ve sonuçlarının sistematik incelemesi

Hasan Uğurlu (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0778-9265)

Giresun Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Deniz ve Liman İşletmeciliği Bölümü, Giresun, Türkiye

Sorumlu yazar e-mail:hasan.ugurlu@giresun.edu.tr

Özet

Küresel ticarette taşınan yüklerin hacim olarak yaklaşık % 90'ı deniz yoluyla yapılmaktadır. Bu durumun iki önemli nedeni vardır. İlki tek seferde taşınabilen yük miktarının çok fazla olması, ikincisi ise birim taşıma maliyetlerinin diğer taşıma yöntemlerine göre çok düşük olmasıdır. Deniz taşımacılığının bu avantajları kaza durumunda ise etkilerinin büyüklüğünden dolayı bir dezavantaja dönüşmektedir. Deniz kazalarına bakıldığı zaman gemi-gemi çatışma kazalarının en sık meydana gelen kaza türlerinden olduğu görülmektedir. Çatışma kazalarının diğer kazalardan farkı kazaya iki gemi birden karıştığı için etkilerinin ve sonuçlarının da daha büyük ve yıkıcı olmasıdır. Bu çalışmada ülkelerin ulusal ve küresel deniz kazası veri tabanlarından elde edilen 1000'e yakın kaza raporu incelenmiş ve bu raporlardan sadece ticari gemilerin karıştığı kazalar ele alınmıştır. Sonuçta 572 çatışma kazasına ait veriler sistematik şekilde değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda çatışma kazalarında kaç kişinin yaşamını yitirdiği, kaçında yangın, karaya oturma, çevre kirliliği meydana geldiği, kazaların nedenleri gibi birçok önemli bilgi elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çatışma kazaları, Deniz kazaları, Deniz taşımacılığı, Denizcilik

Systematic review of the causes and consequences of ship collision accidents

Abstract

In terms of volume, about 90% of the cargoes carried in global trade are transported by sea. There are two important reasons for this fact. The first is that the amount of cargo that can be transported at once is too much, and the second is that the unit transportation costs are very low compared to other transportation methods. These advantages of maritime transport turn into a disadvantage in the event of an accident due to the magnitude of its effects. When maritime accidents are considered, it is seen that ship-ship collision accidents are among the most common types of accidents. The difference of collision accidents from other accidents is that the effects and consequences are greater and more devastating since two ships are involved in the accident. In this study, nearly 1000 accident reports obtained from national and global maritime accident databases were examined and only the accidents involving commercial vessels were discussed. Finally, the data of 572 collision accidents were evaluated systematically. As a result of the evaluation, many important information such as how many people lost their lives in collision accidents, how many fires, grounding, environmental pollution occurred, and the causes of the accidents were obtained.

Keywords: Collision accidents, Marine accidents, Maritime transport, Maritime

GİRİŞ

Denizcilik insanlığın en eski ulaşım ve taşıma yöntemidir ve kanıta dayanan bilimsel tarihi M.Ö. 8000 yıllarına kadar uzanmaktadır (Cherry ve Leppard, 2015). Deniz taşımacılığı günümüzde de geçmişte olduğu gibi önemini sürdürmekte, küresel ticaretin ham madde ve nihai ürünlerin taşınmasında ana taşıma yöntemi olarak hayatımızda büyük bir yer tutmaktadır. Hava ve kara taşımacılığına göre birim taşıma maliyetlerinin düşük olması ve tek seferde taşınan yük miktarı bakımından rakipsiz olması küresel ticarette yüklerin hacim olarak %90'ının deniz yoluyla taşınmasının başlıca nedenleridir (Global, 2018). Sağladığı avantajlar beraberinde büyük sorunlara da yol

açmaktadır. Örneğin artan gemi sayısı, tonajı ve trafiği, mevcut limanların yetersiz kalması, giderek artan çevre kirliliğine yol açması gibi. Bu gibi sorunlar doğru planlama, yenilikçi ve çevreci teknolojilerin denizciliğe uygulanması ve kontrollü büyüme ile bir dereceye kadar tolere edilebilmektedir. Ancak söz konusu gemi kazaları olduğunda; kazaların öngörülemez doğası, çoğunlukla insan hatası kaynaklı olması (Rothblum, 2000), sonuçlarının felaket boyutlarında olması gibi üstesinden gelinmesi ve telafisi zor sonuçlar doğurmaktadır.

Son yıllarda, gemilerin emniyetli seyrini sağlamak için ulusal ve uluslararası düzeyde azami çaba gösterilmektedir. Denizdeki emniyet düzeyini artırmak için denizcilik otoriteleri bir dizi kural ve yönetmelik kabul etmişlerdir, çünkü her yıl meydana gelen binlerce deniz kazası yaralanmalara, ölümlere, deniz kirliliğine ve büyük maddi kayıplara neden olmaktadır (Akyuz ve Celik, 2015). Bu nedenle, emniyet uygulayıcıları olan Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO), Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO), Uluslararası Sınıflandırma Kuruluşları Birliği (IACS), Uluslararası Deniz Ticaret Odası (ICS) gibi uluslararası denizcilik kurumları alternatif çözümler sunmaya çalışmaktadır (Akyuz, 2017). Deniz, basit bir olayla birçok insanı öldürebilen emniyetsiz bir ortamdır ve hata da insanın bir parçasıdır. Kurumlar hatayı sıfıra indirmeye çalışsa da bu hedef ulaşılamazdır. İnsanın dahil olduğu operasyonlar karmaşık bir ortamda gerçekleştiği sürece hata oluşacak ve stres, yorgunluk ve ekstra iş yükü koşulları altında da hata olasılığı artacaktır (Mokhtari ve Khodadadi, 2013).

Uzun yıllara dayanan gemi kazası istatistikleri incelendiğinde çatışma kazalarının karaya oturmayla birlikte en sık görülen iki gemi kazası türünden biri olduğu görülmektedir (EMSA, 2021). Ancak gemi-gemi çatışma kazalarını diğer kazalardan daha önemli kılan olgu kazaya iki veya daha fazla geminin dahil olması nedeniyle kazanın sonuçlarının daha büyük ve yıkıcı olmasıdır. Bu durum çatışma kazalarını daha çok üzerinde durulması ve araştırılması gereken bir konu haline getirmektedir. Çatışma kazalarını inceleyen literatüre bakıldığında genelde belirli gemi tipi (Kim ve ark., 2017) ya da belirli bir deniz alanına (Cucinotta ve ark., 2017) odaklanıldığı görülür. Bu çalışmada bütün gemi tipleri ve dünyadaki bütün su yollarında meydana gelen deniz kazaları bir bütün olarak ele alınmıştır.

MATERYAL VE METOD

Çalışmada incelenen veriler, ulusal (Deniz Kazası Araştırma Şubesi – MAIB, Federal Denizcilik Kaza Soruşturma Bürosu – BSU, Ulusal Ulaşım Emniyet Kurulu – NTSB) ve uluslararası gemi kazası veri tabanlarından (Küresel Entegre Taşımacılık Bilgi Sistemi – GISIS) elde edilen 1000'den fazla gemi-gemi çatışma kazasının içinden, çatışan gemilerden en az birinin ticari gemi olması, elektronik seyir yardımcılarına sahip olması gibi kriterler gözetilerek seçilen 572 kaza raporundan elde edilmiştir. Çatışma kazaları sistematik olarak incelenmiş ve Tablo 1'de sınıflandırılan veriler elde edilmiştir.

Tablo 1. Çatışma kazası verileri

Değişkenler	Kategoriler
Kazalara neden olan faktörler	COLREG ihlali, çevresel etkenler, mekanik arıza, STCW ihlali, organizasyonel hata, eksik/bozuk ekipman, yerel kuralların ihlali
Kazaların sonuçları	Tamamen kayıp, yangın, çevre kirliliği, oturma, can kaybı, yapısal hasar
Can kaybı	1-5, 6-10, 11-50, 51 den fazla

Raporlardan elde ve Tablo 1'de gösterilen verilerin frekansları denklem 1 ve kümülatif dağılımları denklem 2 ile hesaplanmıştır.

$$f = \frac{n}{T} \tag{1}$$

Denklemde f, frekansı yani olgu ve olayların meydana gelme sıklığını, n meydana gelen olay/olgu sayısını ve T de olayların meydana geldiği zaman aralığını yıl cinsinden göstermektedir. Çalışmamızda 1978 ve 2022 yılları arasında meydana gelen çatışma kazaları incelenmiştir, yani toplamda 44 yıllık bir periyot göz önünde bulundurulmuştur.

Kümülatif dağılım, bir frekans ile tanımlanmış belirli bir sınıf aralığına kadar bir frekans dağılımındaki tüm frekansların toplamıdır. İncelediğimiz olay ve olguların kümülatif dağılımlarının bulunmasında aşağıda yer alan denklem 2 kullanılmıştır.

$$CD = \frac{f_n}{\sum f} \text{ x } 10^2 \quad (2)$$

Denklem 2'de *CD* kümülatif dağılımı, f_n herhangi bir olaya ait frekansı, Σf de frekans değerlerinin toplamını ifade etmektedir.

Yapılan araştırmaların çoğu, deniz taşımacılığının bir "insan sistemi" olduğunu ve bu şekilde ele alınması gerektiğini vurgulamıştır (Hetherington ve ark., 2006). Çok sayıda deniz kazası ve olayı bir çeşit insan hatası içerir ve insan hataları ancak bir kayıp meydana geldiğinde göz önünde bulundurulur (Harati-Mokhtari ve ark., 2007). Literatürde deniz kazalarına ve özelliklede çatışma kazalarına neden olan faktörler incelendiğinde baskın faktörün insan hatası olduğu görülmektedir (Ugurlu ve Cicek, 2022). Deniz kazaların ana nedeninin ve hâkim faktörün insan unsuru olduğu konusunda araştırmacılar arasında bir fikir birliği vardır (Kirwan, 1987; Martins ve Maturana, 2010; Rothblum, 2000). Yapılan çalışmaların tarihleri göz önüne alındığında insan faktörünün deniz kazalarındaki etkisinin ve oranının önemli ölçüde değişmeden geçmişten günümüze kadar güncelliğini koruduğu görülmektedir. Son 60 yılda, denizcilik endüstrisi kayıpları azaltmak ve verimliliği artırmak için gemi yapısını ve gemi sistemlerinin güvenilirliğini geliştirmeye odaklanmıştır. Günümüz gemi sistemleri teknolojik olarak gelişmiş ve son derece güvenilirdir. Ancak, deniz kazalarının oranı hala yüksektir. Çünkü gemi yapısı ve sistem güvenilirliği emniyet denkleminin görece küçük bir parçasıdır.

Bu çalışmada çatışma kaza raporlarından veri madenciliği ile elde edilen 13 farklı kaza nedeni olduğu görülmüştür. Bu nedenler: insan hatası, hidrodinamik etki/bank etkisi, makine arızası, demir tarama, organizasyonel hata, dümen arızası, fırtına, seyir cihazı arızası, gemi trafik sistemi (VTS) hatası, eksik donanım, römorkör eksikliği, sağlık sorunu, şiddetli akıntı olarak bulunmuştur (Tablo 2).

İnsan hatası seyir hataları, manevra hataları, algısal hatalar ile bireysel hataları içermektedir. Seyir hataları geminin seyri esnasında köprüüstünde seyir cihazlarının yanlış kullanımı/hiç kullanılmaması, haberleşme hataları, prosedür eksikliği ya da prosedürlere uymama, cihazlara fazla güvenme gibi nedenler sonucu ortaya çıkmaktadır. Hidrodinamik etki ve/veya bank etkisi geminin bulunduğu su yolunun dip ve kenar yapısı nedeniyle gemi teknesi üzerinde oluşturduğu ve gemideki operatör tarafından kısmen kontrol edilebilen ve geminin manevrasını genelde olumsuz etkileyen etkenler olarak ifade edilir. Makine arızası iki kısma ayrılabilir; birincisi geminin ileri geri hareketini sağlayan ana makine arızası, ikincisi de geminin güç kaynağı olan jeneratör arızasıdır. Demir tarama gemilerin demirli olduğu durumda demirin dibe tutunamaması sonucu geminin sabit olması gerekirken rüzgâr, akıntı gibi etkenlerle sürüklenmesidir. Organizasyonel hata gemi yönetimi için konulan kuralların gerektiği gibi işlememesi sonucu ortaya çıkan hatalardır. Dümen arızası gemide kumanda edilebilen iki etkenden biri olan geminin yönünü değiştirme fiilini gerçekleştiren düğmen donanımının bu işlevini yerine getirememesi yani geminin istenilen yönde döndürülememesidir. Fırtına denildiğinde büyük dalgalar ve şiddetli rüzgarlar kastedilmektedir. Fırtınalar gemilerin çatışmasına farklı şekillerde etki etmektedir. İlki gemilerin kumanda edilmesini imkânsız hale getirmesi, ikincisi kısıtlı görüşe neden olarak diğer gemilerin görülmesini engellemesi ve gemilerin demir taramasına neden olmasıdır. Radar, otomatik tanımlama sistemi (AIS), küresel konumlama sistemi (GPS) gibi seyir cihazları gemilerin emniyetle seyrinde büyük öneme sahiptir. Bu cihazlardan birinin veya tamamının arızalanması kazaların yaşanmasına neden olabilmektedir. Kısıtlı sularda gemileri yönlendiren ve gemilerin seyrine rehberlik yapan VTS adı verilen yapılar yer alır. VTS operatörlerinin hataları bazen kazaların yaşanmasına sebebiyet verebilmektedir. Gemilerin idare ve kontrolünde halatlar, cihazlar ve diğer donanımlar hayati öneme sahiptir. İhtiyaç duyulduğu anlarda bunlardan birinin eksikliği geminin gerektiği şekilde kontrol edilmesine engel olur ve kazaların yaşanması kaçınılmaz hale gelir. Dar su yollarında gemiler kendi imkanlarıyla manevra yapmakta zorlandıkları ve manevraların riskli olması nedeniyle römorkör adı verilen küçük ama güçlü teknelerden yardım alırlar. Gemilerin manevrası esnasında emniyetli manevra yapılabilmesi için gerekli sayıda römorköre ihtiyaç vardır. Geminin idaresi esnasında kilit personelden ortaya çıkabilecek sağlık sorunları o kişinin görevini tam olarak yapmasını engelleyebilmektedir. Son olarak da fırtına da olduğu gibi şiddetli akıntı da geminin sevk ve idaresini zorlaştırmakta ve istenmeyen hareketler yapmasına yol açmaktadır.

Tablo 2. Çatışma kazalarının nedenleri ve kümülatif dağılımları

Kaza Nedeni	Kaza Sayısı	Kümülatif Dağılım (%)
İnsan hatası	488	81.87919463
İnsan hatası - Hidrodinamik etki / Bank etkisi	19	85.06711409
Makine arızası	11	86.91275168
Demir tarama	9	88.42281879
Hidrodinamik etki / Bank etkisi	9	89.93288591
İnsan hatası - Organizasyonel hata	8	91.27516779
İnsan hatası - Makine arızası	7	92.44966443
Dümen arızası	7	93.62416107
Fırtına	4	94.29530201
İnsan hatası - Demir tarama	4	94.96644295
İnsan Hatası - fırtına	4	95.63758389
İnsan hatası - Seyir cihazı arızası	3	96.1409396
İnsan hatası - Eksik donanım	3	96.6442953
Makine arızası - Hidrodinamik etki	2	96.97986577
İnsan hatası - Bank etkisi - Fırtına	2	97.31543624
İnsan hatası - VTS hatası	2	97.65100671
İnsan hatası - Makine arızası - Organizasyonel hata	2	97.98657718
İnsan Hatası - Dümen arızası	2	98.32214765
İnsan hatası - Bank etkisi - Organizasyonel hata	2	98.65771812
Şiddetli akıntı	2	98.99328859
Demir tarama - Şiddetli akıntı	2	99.32885906
İnsan hatası - Demir tarama - Fırtına	2	99.66442953
Eksik donanım - Römorkör eksikliği	1	99.83221477
İnsan hatası - Sağlık sorunu	1	100

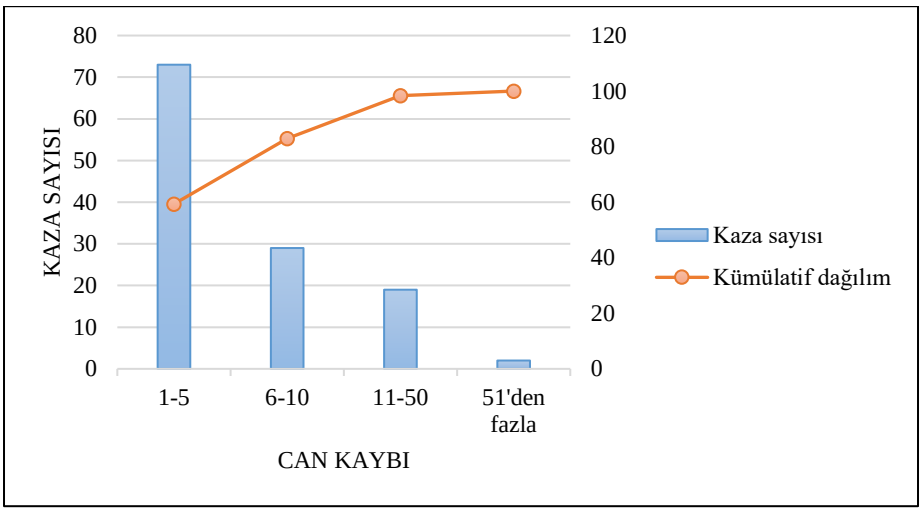
Denizde emniyet ve deniz kazaları söz konusu olduğunda farklı öncelikler ortaya çıkmaktadır. Bunlardan ilki ve en önemlisi insan hayatıdır. İnsan hayatını sırasıyla çevrenin korunması/çevre kirliliğinin önlenmesi ve gemi ve yük kaybını içeren maddi kayıplar gelmektedir. Çatışma kazalarının sonucunda can kaybının yanı sıra yangın, çevre kirliliği, gemilerin karaya oturması, tamamen kaybı ya da yapısal hasarı ortaya çıkmaktadır. Kazaların sonucunda ortaya çıkan bu sonuçların dağılımları ve frekansları Tablo 3'de gösterilmektedir. Can kaybı kaza esnasında hayatını kaybeden yolcu ve personeli, çevre kirliliği kaza yapan gemilerden kaynaklanan petrol türevi ve kimyasal maddeleri, oturma çatışma sonucu kazaya karışan gemilerin birinin veya her ikisinin karaya oturmasını, tamamen kayıp gemilerin batmasını veya kurtarılamayıp hurda olarak ilan edilmesini, yapısal hasar da çatışan gemilerde meydana gelen her türlü hasarı ifade etmektedir.

Tablo 3. Gemi-gemi çatışma kazalarının sonuçları ve frekansları (CK: Can kaybı, ÇK: Çevre kirliliği, O: Karaya oturma, TK: Tamamen kayıp, Y: Yangın, YH: Yapısal hasar)

Kazanın Sonucu	Kaza Sayısı	Frekansı
YH	322	7.318
TK	20	0.455
O + YH	8	0.182
CK + TK	28	0.636
CK + YH	23	0.523
TK + YH	35	0.795
ÇK + YH	40	0.909
O + TK	1	0.023
Y + YH	4	0.091
ÇK + TK	3	0.068
CK + TK + YH	56	1.273
CK + Y + YH	2	0.045
CK + TK + Y	2	0.045
CK + ÇK + TK	2	0.045
ÇK + TK + YH	13	0.295
ÇK + O + YH	1	0.023
CK + ÇK + O + YH	1	0.023
ÇK + YH + Y + O	1	0.023
CK + ÇK + TK + YH	6	0.136
CK + TK + Y + YH	2	0.045
CK + ÇK + TK + Y + YH	1	0.023

Tablo 3'de de görüldüğü üzere çatışma kazalarının sonucunda meydana gelen kazaların %56'sında sadece yapısal hasar oluşmakta, bunu sırasıyla %9,8'le can kaybı, tamamen kayıp ve yapısal hasarla sonuçlanan, %7'yle de çevre kirliliği ve yapısal hasarın birlikte görüldüğü kazalar oluşturmaktadır.

Çalışmanın çatışma kazalarının neden ve sonuçlarına odaklanmasına rağmen, kazaların neden ve sonuçlarından bağımsız olarak kaza sonuçlarından biri olan can kaybı sayılarına dikkat çekmek için can kaybı ile ilgili ayrıca bir inceleme yapılmıştır (Şekil 1). Gemi-gemi çatışma kazası raporları incelendiğinde 572 kazanın 123'ünde can kaybı meydana geldiği görülmüştür. Bu kazalarda toplam 5140 kişi yaşamını yitirmiştir. 1987 yılında Filipinler'de yaşanan Dona Paz – Vektör çatışma kazasında 4386 kişi hayatını kaybetmiştir (Perez ve ark., 2011). Tarihte en çok can kaybının meydana geldiği deniz kazası Titanik'in batması olarak bilinse de Dona Paz feribotu ile Vektör tankerinin çatışmasında Titanik kazasının yaklaşık üç katı kadar insan yaşamını yitirmiştir.



Şekil 1. Gemi-gemi çatışma kazaları sonucunda meydana gelen can kaybı dağılımları

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tablo 2'de de görüldüğü üzere kazalara neden olan faktörlerin başında insan hatası gelmektedir. Gemi-gemi çatışma kazalarının tek başına %81,88'i insan hatası kaynaklıdır. İnsan hatasıyla birlikte müşterek olarak kazaya neden olan faktörlerle birlikte insan hatasının bir şekilde nedeni olduğu kazaların oranı %92 olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu değer deniz kazaları ve çatışmaları inceleyen literatürdeki değerlere paralellik göstermektedir. Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak sadece gemi çatışma kazaları ele alınmıştır. Yine literatürde çatışma kazaları ile ilgili diğer çalışmaların tek bir gemi tipi veya belirli bir deniz alanına odaklanmış olmasına rağmen burada küresel olarak ve her gemi tipi göz önünde bulundurularak değerlendirme yapılmıştır.

İncelenen kaza raporlarından elde edilen verilerden kazaların neden ve sonuçlarına ek olarak bazı önemli bilgilerde elde edilmiştir. Gemilerden birinin hareketsiz olduğu yani tek taraflı çatışma sayısı 82'dir. Bu değer incelenen çatışma kazalarının %14,3'üne denk gelmektedir. Çatışma kazalarının 31 tanesinde (%5,4) yasak olmasına rağmen gemilerin en az birinin köprüüstünde operatör bulunmadığı görülmüştür. Kazalardaki çatışma sayısına göre ortalama can kaybı sayısı 8,98 kişidir. Bu değer can kaybının meydana geldiği kazalar için ise 41,79 kişi gibi oldukça yüksek bir sayıya denk gelmektedir.

Deniz doğası gereği oldukça zorlu şartlara sahip bir ortamdır. Nükleer reaktörler, havacılık, kimya tesisleri gibi gemiler de oldukça riskli birer çalışma ortamıdırlar. Gemilerin/denizciliğin diğer alanlardan farkı kaza durumunda genellikle müdahale edilememesi ya da müdahale için çok geç kalınmış olmasıdır. Diğer riskli sektörler yaşanan kazalardan gerekli dersleri çıkararak emniyetin arttırılması ve kazaların önlenmesi için risklerin bertaraf edilmesi konularında büyük yol almış ve hedeflerine ulaşmışlardır. Ancak denizcilikte raporlama kültürünün zayıf olması, kaza sonucunda delillerin bazılarının suya gömülmesi nedeniyle ortaya çıkan veri eksikliği gibi durumlar gerekli önlemlerin alınmasını geciktirmekte ve zorlaştırmaktadır. Ama açıkça görülmektedir ki kazalarda baskın faktör insan hatasıdır ve en çok üzerinde durulması gereken konudur.

SONUÇ

Riskin olduğu her yerde kazaların yaşanması kaçınılmazdır. Özellikle kazaların en büyük nedeni insansa bu çözülmesi daha zor bir problemle karşı karşıya olunduğunu göstermektedir. Çünkü insan doğası ve yapısı gereği hata yapmaya meyillidir. Kazaların tamamen engellenemeyeceği herkes tarafından kabul edilse de kabul edilebilir seviyelere çekilebileceği de kanıtlanmıştır.

Diğer alanlardan farklı olarak deniz taşımacılığı dışa kapalıdır. Öncelikle bu duruma çözüm bulunması gereklidir. İnsan faktörü ile ilgili olarak bu ancak raporlama kültürünün geliştirilmesi, suçlama yerine teşvik etme davranışının aşılanması, riskin olduğu her konuyla ilgili gerçekçi ve anlaşılır eğitim ve talimlerin yapılması, personelin zihinsel ve fiziksel olarak yapılacak işe uygun olduğunun ölçülmesi gibi proaktif yaklaşımlarla çözülebilir. Başka bir çözüm denklemden insanı kademeli olarak çıkarmaktır. Otomasyon fabrikalarda olduğu gibi işlerin daha sorunsuz ve risksiz ilerlemesi için denizcilik sektörünün otomasyonla tanışması gerektiği aşikardır.

Bunun çözümü de insansız su üstü araçlarının kullanıma sokulmasıdır. Otonomluğa geçişin bir anda gerçekleşmesi günümüz teknolojisiyle mümkün olmamakla birlikte aşama aşama geçilmesi için de bir engel bulunmamaktadır. İnsansız gemilerle ilgili hukuki süreçlerin yeterli olgunluğa erişmemesi, insansız gemilerin açık denizlerde tamamen insan kontrolünden bağımsız hareket edememeleri, araçların denizde birden fazla fiziksel ortamla temas halinde olması gibi sorunları mevcuttur.

KAYNAKLAR

Akyuz, E. (2017). A marine accident analysing model to evaluate potential operational causes in cargo ships. *Safety Science*, *92*, 17-25.

Akyuz, E., & Celik, M. (2015). Computer-based human reliability analysis onboard ships. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *195*, 1823-1832.

Cherry, J. F., & Leppard, T. P. (2015). Experimental archaeology and the earliest seagoing: the limitations of inference. *World Archaeology*, *47*(5), 740-755.

Cucinotta, F., Guglielmino, E., & Sfravara, F. (2017). Frequency of ship collisions in the strait of messina through regulatory and environmental constraints assessment. *The Journal of Navigation*, *70*(5), 1002-1022.

EMSA. (2021). Annual Overview of Marine Casualties and Incidents 2020: European Maritime Safety Agency

Global, A. (2018). Safety and Shipping Review 2019. *ALLIANZ*.

Harati-Mokhtari, A., Wall, A., Brookes, P., & Wang, J. (2007). Automatic Identification System (AIS): a human factors approach. *Journal of Navigation*, *60*(3), 373-389.

Hetherington, C., Flin, R., & Mearns, K. (2006). Safety in shipping: The human element. *Journal of safety research*, *37*(4), 401-411.

Kim, S.-H., Kim, H.-S., Kang, I.-K., & Kim, W.-S. (2017). An analysis on marine casualties of fishing vessel by FTA method. *Journal of the Korean Society of Fisheries and Ocean Technology*, *53*(4), 430-436.

Kirwan, B. (1987). Human reliability analysis of an offshore emergency blowdown system. *Applied ergonomics*, *18*(1), 23-33.

Martins, M. R., & Maturana, M. C. (2010). Human error contribution in collision and grounding of oil tankers. *Risk Analysis: An International Journal*, *30*(4), 674-698.

Mokhtari, A., & Khodadadi, H. (2013). An Empirical Survey on the Role of Human Error in Marine Incidents. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, *7*(3).

Perez, A. R., Antonio, C. A. T., & Consunji, R. J. (2011). The sinking of the MV Doña Paz-a critique on maritime disaster preparedness in the Philippines: an analysis of the event. *Acta Medica Philipp*, *45*(3), 1-5.

Rothblum, A. M. (2000). *Human error and marine safety*. Paper presented at the National Safety Council Congress and Expo, Orlando, FL.

Ugurlu, H., & Cicek, I. (2022). Analysis and assessment of ship collision accidents using Fault Tree and Multiple Correspondence Analysis. *Ocean Engineering*, *245*, 110514.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Effect of Organic Loading Rate and Temperature on Dewaterability of Sewage Sludge at Anaerobic Mesophilic and Thermophilic digestion

Hamza Aysan[1*] (*ORCID: 0000-0002-8348-7963*), Dilek Erdirençelebi[1] (*ORCID: 0000-0003-0268-3549*)

[1]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Environmental Engineering Department, Konya, Turkey.

*Corresponding author e-mail:haysan@ktun.edu.tr

Abstract

Sewage sludge is a by-product of the wastewater treatment process. Dewatering of the sewage sludge in the wastewater treatment plants (WWTPs) is a major challenge due to the large amounts of residual sludge that are produced. Anaerobic digestion is commonly used in WWTPs to stabilize sludge produced in primary and secondary treatment and reduce their volume for final disposal. In recent years, research and development have focused on improving the dewatering process to reduce subsequent sludge handling and transport costs. To achieve this, optimization of the temperature and organic loading rate (OLR) in anaerobic sludge digestion at mesophilic and thermophilic conditions were studied in the present study. The influence of anaerobic digestion process temperature at mesophilic (35°C) and thermophilic (52°C) temperatures and three levels of OLR of 0.72, 0.94 and 1.3 kg VS/m^3/day was investigated on the dewaterability using the Time-to-Filter (TTF) parameter.
The lowest TTF values under mesophilic and thermophilic conditions were obtained as 200 and 450 s, respectively, at the lowest OLR level (0.72 kg VS/m^3/day). Dewaterability was kept mostly similar at mesophilic level but worsened significantly at thermophilic level and OLR increases. The TTF at 35 and 52°C, respectively, were 230 and 600 s at OLR 1.3 kg VS/m^3/day, much better dewaterability at mesophilic level despite higher VS content. The results showed that mesophilic operating level can provide lower chemical costs for dewatering and keep iths characteristics even at higher OLR despite higher volatile solid reduction in thermophilic digestion. Increase in colloidal substances due to enhanced hydrolysis may be a governing factor for the worsened dewaterability in the thermophilic digestion compared to mesophilic condition.

Keywords: anaerobic digestion, dewaterability, time-to-filter (TTF) , mesophilic, thermophilic, temperature.

INTRODUCTION

A significant cost issue in the operation of wastewater treatment plants is the dewatering and disposal of waste sludge. Sludge dewatering accounts for 30–50% of annual operational expenditures. Additionally, there are significant expenditures associated with the following disposal. The best sludge management practices include: a high dewatering rate; a low conditioner dose; a low sludge mass for disposal; and low solids mass and high dry matter content of the dewatered sludge cake. Dewatering often has no impact on the overall amount of solids for disposal, but stabilization through anaerobic digestion provides reduction in the volatile content (Mikkelsen and Keiding, 2002). The success of anaerobic digestion is attributed to the advantageous economics of methane production. It is now economically advantageous to subject primary and activated sludge to anaerobic digestion prior to dewatering and disposal due to rising sludge disposal prices. Thermophilic digestion has been preferred progressively due to its lower retention time need and higher reduction ability. When mesophilic digestion is switched to thermophilic, existing anaerobic reactor's capacity increases. As a result, reactors designed for primary sludge digestion may have their capacity increased to handle both primary and activated sludge. This lowers the total solids mass for disposal in the future but could affect dewaterability (Mikkelsen and Keiding, 2002). Anaerobic digestion has long been practiced in mesophilic (35-37ºC), and thermophilic (50–60ºC) temperature with good operational results (Kim et al., 2002). Contrarily, mesophilic anaerobic digestion (MAD) of sewage sludge is more frequently employed than thermophilic anaerobic digestion (TAD) because it requires less energy and has a more stable process despite higher methane yield and organic reduction in thermophilic digestion. Studies conducted by a number of researchers revealed that thermophilic systems had a greater specific growth rate and were able to handle higher organic loadings than mesophilic operation (Kim et al., 2002). Anaerobic digestion's (AD) temperature (mesophilic or thermophilic) influences particle size, protein, polysaccharide and

the protein/polysaccharide ratio in EPS of sludge flocs which influences the dewaterability of the digested sludge. Therefore, OLR, biogas output and dewaterability of digested sludge are crucial factors in the sludge line economics (An et al., 2017). Numerous investigations have demonstrated that sewage sludge dewaterability is significantly influenced by the properties of extracellular polymeric molecules (EPS) (Lü et al., 2015). According to Houghton and Stephenson's findings in 2002, the best sludge dewaterability can be obtained with an ideal EPS content and composition. Particle size and feed substrate composition, operation temperature, sludge age, and EPS production are factors that affect dewaterability (Suhurtini et al., 2014). The operating conditions have an impact on the sludge floc size distribution which is altered by anaerobic digestion (Mahmoud et al., 2006). The filtration rate has typically been evaluated in terms of the capillary suction time (CST) or specific resistance to filtration in studies on sludge dewatering (SRF). Whether the increase in dispersed particles is due to physical chemical or biological processes, the presence of dispersed particles adversely affects filtration rate. The amount of dispersed particles has also been linked to the amount of polymer needed to condition sludge optimally before dewatering. With regard to filtering rates and conditioner dosing, the distribution of sludge mass between flocs and dispersed colloidal particles is crucial.

The influence of anaerobic digestion process temperature at mesophilic (35°C) and thermophilic (52°C) levels and increasing OLR was investigated on the dewaterability of the digested sludge using the Time-to-Filter (TTF) parameter in this study.

MATERIALS AND METHODS

Materials

Primary sludge (PS) and waste activated sludge (WAS), collected from a full-scale municipal WWTP in Konya with an equivalent population of 1.2 million, employed in this study. As a feed sludge, a mixture of PS and WAS at a fixed ratio (60:40, v: v) was used. Raw sludge samples were stored at 4±1°C, immediately after collection, to avoid biodegradation during storage. Sludge from the mesophilic digestion of a real-scale municipal wastewater treatment plant (WWTP) was used as the seed. The Total solids (TS) of PS and WAS ranged between 30000-50000 and 7000-11000 mg/L respectively. The Volatile solids values determined 20000-35000 mg/L for PS and 5000-8000 mg/L for WAS.

The experimental set-up

Semi-continuous, laboratory-scale anaerobic digester was fed at three levels of organic loading rates (OLRs) (0.72, 0.94, and 1.3 $kgVS/m^3d$) consecutively as two periods at mesophilic (35°C) and thermophilic temperature (52°C). The experimental reactor was a completely mixed reactor has 5 L total volume. The system was run on a semi-continuous basis by daily peristaltic pump feeding and withdrawal of sludge. The reactor's temperature was controlled with a SCADA (supervisory control and data acquisition) system.

Analyses

Sludge filterability was measured by Time-to-Filter method (2710 H) (APHA, 2005) enabling comparison of the samples capacity to release their water content. Better dewaterability at a lower filtering time indicated lower chemical need for decanting of the stabilized sludge. Total solids (TS) and volatile solids (VS) were determined (2540B and 2540E, respectively) according to the Standard Methods (APHA, 2005).

RESULTS and DISCUSSION

The sludge's dewaterability characteristics as TTF values were presented in the Figure 1. Lower filtering times of the digested sludge were obtained at 35°C compared to 52°C digestion. Filtration times for OLR 0.72, 0.94 and 1.3 kgVS/m^{3}d at 35°C under steady-state conditions were found to be 205, 210 and 230 s. As can be seen in the results, increase in the OLR did not produce a significant effect on the dewaterability of the digested sludge in mesophilic digestion. Contrarily, the temperature had a negative effect on dewatering ability. TTF values were obtained as 450, 500 and 610 s at increasing OLRs in thermophilic digestion. TTF increase to multiplied durations despite lower VS content (higher VS reduction) compared to mesophilic digestion was correlated to a higher inorganic content in the thermophilicly digested sludge (Figures 2-3). Dewaterability seemed unaffected by the TS and VS increase in the mesophilicly digested sludge. As OLR increase from 0.72 to 1.3 kg VS/m^3/d resulted in 20 and 14% higher TS and VS concentrations at thermophilic digestion, hydrolysis rate seemed to be exceeded by the OLR. Similarly, studies on capillary suction time and filterability at 33, 35, 37, 39 and 55°C in a completely mixed continuously fed reactor showed the best result at 37°C and worsening at 55°C (Bouskova et al., 2006).

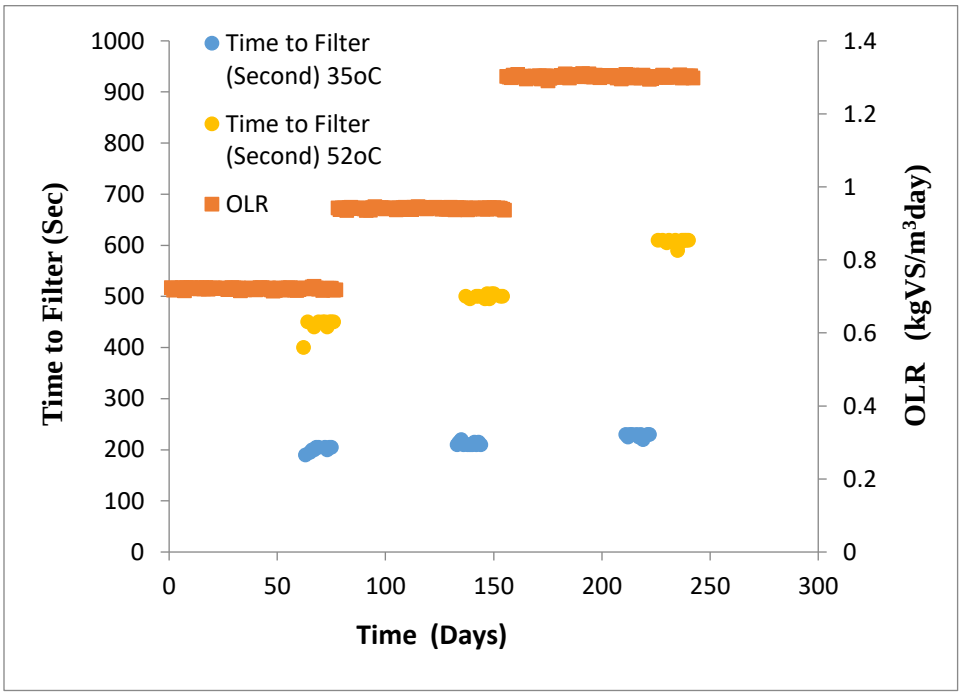


Figure 1. Effect of temperature on dewatering

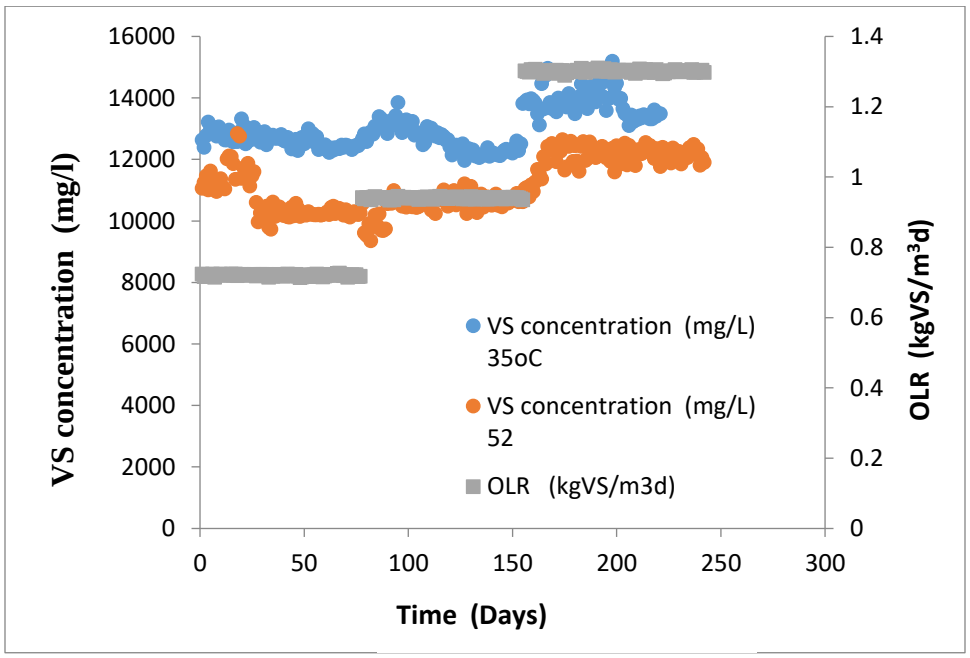


Figure 2. VS concentration against OLR change in effluent sludge

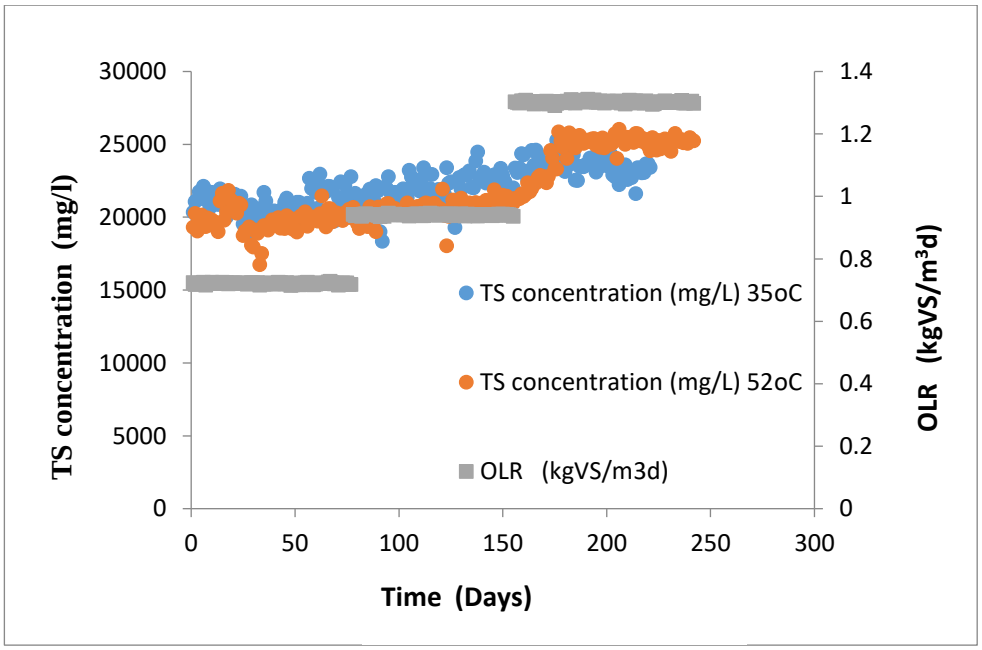


Figure 3. TS Concentration against OLR change in effluent sludge

CONCLUSION

The effect of OLR and temperature on the dewaterability of sewage sludge at anaerobic mesophilic and thermophilic digestion was investigated. The best dewaterability was obtained at OLR 0.72 kgVS/m^{3}d at 35°C. TS and VS increased for OLR 1.3 kgVS/m^{3}d at mesophilic temperature, there was no increase in filtration time. Increase in OLR and subsequently in TS and VS content was tolerated by the mesophilic digestion in terms of dewaterability. The increase to thermophilic temperature had a significantly negative effect on dewatering despite lower VS content that was correlated to the higher inorganic content of the digested sludge.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by Konya Technical University's Coordinatorship of Instructor Training Program as part of a graduate thesis project with the number 2015-ÖYP-086. The Konya Technical University Coordinatorship of Instructor Training Program provided financial support and the Konya Water and Sewage Administration's Wastewater Branch provided sludge samples, which the authors gratefully acknowledge.

REFERENCES

An D, Wang T, Zhou Q,Whang C, Yang Q, Xu B,Zhang Q 2017.Effects of total solids content on performance of sludge mesophilic anaerobic digestion and dewaterability of digested. Waste Management, 62:188-193

Bouskova A, Jansen JLC, Dohanyos M, Persson E 2006.The effect of operational temperature on dewatering characteristics of digested sludgeJournal of Residuals Science and Technology, 3:43-49

Braguglia CM, Gianico Andrea, Gallipoli A,Mininni G 2015.The impact of sludge pre-treatments on mesophilic and thermophilicanaerobic digestion efficiency: Role of the organic load.Chemical Engineering Journal,270:362-371.

Cheunbarn T, Pagilla K 2000. Anaerobic thermophilic/mesophilic dual-stage sludge treatment. J. Environ. Eng 126 (9), 796–801

digestion; mesophilic vs. thermophilic. Water Research, 36:4369-4385.

Houghton JI, Stephenson T 2002. Effect of influent organic content on digested sludge extracellular polymer content and dewaterability. Water Res, 36 : (14),3620 - 3628.

Kabouris J.C, Tezel U, Pavlostathis S.G, Engelmann M, Dulanay J, Gillette., Tood AC 2009. Methane recovery from the anaerobic co-digestion of municipal sludge and FOG. Bioresour. Technol, 100: 3701–3705.

Kim M, Ahn, YH, Speece RE 2002.Comparative process stability and efficiency of anaerobic

Lü F, Zhou Q, Wu D, Wang T, Shao L, He P 2015.Dewaterability of anaerobic digestate from food waste: Relationship with extracellular polymeric substances.Chemical Engineering Journal, 262:932-938.

Mahmoud N, Zeeman G, Gijzen H, Lettinga G 2006.Interaction between digestion conditions and sludge physical characteristics and behaviour for anaerobically digested primary sludge. Biochemical Engineering Journal, 28:196-200

Mikkelsen HL, Kristian K 2002.Physico-chemical characteristics of full scale sewage sludges

Shurtani S, Heaven S, Banks CJ 2014 .Comparison of mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of sugar beet pulp: Performance, dewaterability and foam control. Bioresource Technology,152:202-211.

with implications to dewatering. Water Research, 36:2451-2462.

Xiao K, Chen Y,Jiang X, Tyagi VK, Zhou Y 2016.Characterization of key organic compounds affecting sludge dewaterability during ultrasonication and acidification treatments. Water Research, 105:470-478.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Effect of Temperature and Organic Loading Rate on the Methane Yield in Anaerobic Digestion of Municipal Sewage Sludge

Hamza Aysan[1*] (*ORCID: 0000-0002-8348-7963*), Dilek Erdirençelebi[1] (*ORCID: 0000-0003-0268-3549*)

[1]Konya Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Environmental Engineering, Konya, Turkey.

*Corresponding author e-mail:haysan@ktun.edu.tr

Abstract

Anaerobic digestion has been considered as the most suitable stabilization process for sewage sludge due to conversion to methane (energy) and useful biosolid as the end products. This study was conducted to evaluate the effect of different organic loading rates (OLR) and operational temperatures on the methane yield of the sewage sludge digestion in a municipal wastewater treatment plant (WWTP). The mesophilic temperatures of 35 and 38°C and three levels of OLR (0.72, 0.94 and 1.3 kg VS/m^3/d) were applied to a laboratory-scale semi-continuously fed anaerobic digester. The duration of the digestion was approximately 90 days for each level of OLR. The methane yield and volatile solids removal (VS_r) increased with increasing OLR and temperature. Methane yields at 0.72, 0.94 and 1.3 kg VS/m^3/day OLRs, respectively, were obtained as 0.32, 0.42 and 0.44 L/(gVS_{fed}.d) at 35°C and 0.42, 0.48 and 0.52 L/(gVS_{fed}.d) at 38°C. VS_r increased from 42 to 55% with increasing temperature and OLR. As the result, 38°C and 1.3 kg VS/m^3/day OLR proved to be beneficial for the anaerobic digestion of sewage sludge.

Keywords: anaerobic digestion, sewage sludge, methane, mesophilic, temperature.

INTRODUCTION

More focus has been placed on renewable and sustainable energy as an alternative to fossil fuels due to the continued growth of the global population and the steep rise in energy source demand. Future power sources that promise to be dominant include renewable energy (Zhou et al., 2012). Methane gas, a valuable and environmentally beneficial biofuel, is the major component of biogas, a promising renewable fuel produced by the anaerobic digestion (AD) of sewage sludge. Methane gas can be pumped into the natural gas distribution system or used directly to generate heat and electricity (Alqaralleh et al., 2015). Sludge and wastewater are the two main components that need to be handled in municipal wastewater treatment plants (WWTP). Stabilization and disposal of the sewage sludge generated during the treatment process is one of the most challenging and expensive issues in the field of environmental engineering. Primary sedimentation removes settleable materials that are easily thickened by gravity, producing primary sludge (PS) as a byproduct. Waste activated sludge (WAS) is biological sludge made up of particles that escape primary treatment and biological conversion products as bacterial cells and related polymers from soluble organic matter in the primary effluent (Arnaiz et al, 2006). The mixture of PS and WAS is thickened and stabilized in anaerobic digesters that produce methane which can recover up to 75% of the energy used by the entire WWTP (Erdirencelebi and Kucukhemek, 2015). Sludge management at municipal WWTPs is a persistent environmental issue. 25–65% of the total operating expenses may go toward the stabilization and disposal of the sludge (Liu, 2003). As the number and capacity of municipal WWTPs increases, the amount of sewage sludge produced will reach high volumes globally (Alqaralleh et al., 2016). Sewage sludge will induce a persistent waste issue that needs an appropriate solution since municipal wastewater treatment can be thought of as a continuous operation in the future (Riau, et al., 2010). Anaerobic digestion needs to be improved in performance as the oldest and most significant method for stabilizing sewage sludge. Its potential advantages over other stabilization processes include the production of energy as methane, a reduction of 30–50% in the volume of sludge requiring final disposal and the production of sludge residue that, when sufficiently digested, can be free from most pathogens and offensive odours (Nges and Liu, 2010).The rate of methane production and digestion performance can be improved varying process parameters, such as temperature, sludge retention time (SRT), and organic loading rate (OLR) (Ferrer et al., 2011). Together, they have an impact on the composition of microbial communities, biochemical conversion pathways, reaction kinetics and thermodynamic equilibrium, and

stoichiometry of the products produced (Labatut et al., 2014). Anaerobic digestion can be conducted at psychrophilic (<25°C), mesophilic (25-40°C), and thermophilic (>45°C) temperatures. The most common temperature applied is 35°C due to lower energy consumption and higher stability compared to thermophilic range (Gavala et.al, 2003). In this study, the effect of OLR and and temperature increase was evaluated on the performance of anaerobic digestion as methane yield and volatile solid removal (VSr) of the mixed sewage sludge under mesophilic conditions.

MATERIALS AND METHODS

Wastewater sludges

The mixed sewage sludge used in this study were obtained by mixing of PS and WAS obtained from a full-scale municipal WWTP in Konya. PS and WAS were mixed in a fixed proportion of 60:40 (v:v) and used as the feed sludge. The raw sludge samples were kept in the refrigerator to be stored at 4°C during the experimental periods. Mesophilic seed sludge was collected from an anaerobic digester's outlet at the same WWTP. The main characteristics of PS, WAS and inocula used in this study were presented in Table 1.

Table.1 Characterization of the raw sludge fractions

Sludge type	pH	TS (mg/L)	VS (mg/L)
Primary Sludge	6.5-7.2	30000-50000	20000-35000
Waste activated sludge	6.9-7.8	7000-11000	5000-8000

Semi-continuous reactor operation

The semi-continuous anaerobic digester (total volume 5 L) was a laboratory-scale "New Brunswick Scientific Bioflo IIc" batch/continuous fermenter operated at mesophilic (35 and 38 °C) temperature levels until achieving a steady state. The study was carried out at 3 different OLRs and 2 temperature levels applied consecutively as presented in the Table 2. The reactor was considered to be in a steady-state condition when the methane yield was constant in a lower change range of 10%. Mesophilic anaerobic digestion study was carried out for a continuous period of over 240 d for both temperatures.

Analytical methods

Analysis of total solids (TS), volatile solids (VS), were performed daily according to the Standard Methods (APHA, 2005), pH of the sludge samples was measured by Hach Lange HQ40d Multi parameter instrument. The process performance was daily monitored with parameters of methane yield (CH4) and VS removal (VSr) during the experimental study. Methane production was measured by liquid (% 3 NaOH) displacement method. Methane yield was calculated by dividing daily methane production (L.d) by the amount of VS_{fed} (g).

RESULTS and DISCUSSION

Methane Yield

The methane yield, daily methane production and VSr efficiencies obtained during the experimental study were presented in the Figures 1-3. For all temperature and OLR periods, the anaerobic digester reached steady-state condition after a certain acclimatization period. Methane yields were obtained as 0.32, 0.42 and 0.44 L/g VS_{fed}/d, respectively, at OLRs 0.72, 0.94 and 1.3 kg VS/m^3/d under steady-state conditions at 35°C. When OLR was increased to 1.3 kg VS/m^3/d a similar degree of increase was not obtained in the methane yield despite higher methane production (Fig. 1-2). This indicated that the rate of hydrolysis was exceeded. This observation was supported by the VS accumulation as presented in the Figure 3. Although the hydrolysis reaction was rate limiting, OLR increase promoted acidogenic and methanogenic activities. Similar finding was observed at 38°C. Likewise, after a certain acclimatization period, steady state conditions were reached. Under steady-state conditions, methane

yields obtained were 0.42, 0.48 and 0.52 L/g VS_{fed}/d at OLR 0.72, 0.94 and 1.3 kg VS/m^3/d, respectively. Methane yield increase occurred at 14-31% at 38ºC. Higher VS concentration in the digester at OLR 1.3 kg VS/m^3/d showed an accumulation supporting limited hydrolysis rate, similarly to 35ºC. In summary, increase in temperature did not enhance hydrolysis rate but the rate of intermediate reactions and methanization. Another factor enabling higher methane yields and daily production values was evaluated as the low decreases in the HRT (SRT) values while implementing OLR changes.

Table 2. Anaerobic digester's operating programme

Temperature (℃)	**OLR (kg VS/m^3.d)**	**HRT:SRT (d)**
35	0.72	30
	0.94	25
	1.3	22
38	0.72	28
	0.94	24
	1.3	20

VS Removal

Change in VS concentration and VSr efficiencies were presented in the Figure 3. VSr was obtained as 42, 48 and 53% at OLR 0.72, 0.94 and 1.3 kg VS /m^3/d, respectively, at 35ºC. Parallel increase in VSr indicated a degree of augmented hydrolysis rate but not at an equal degree compared to OLR increase. VSr occurred at higher levels as 44, 48 and 55%, respectively, at the same OLR values at 38ºC. The positive effect was significant on the VSr efficiency by OLR and temperature. VS accumulation in the digester indicated that the hydrolysis rate was exceeded at the highest OLR and proved useful to evaluate the optimum operational conditions for both methane recovery and VS reduction.

Compared to the previous studies carried out in the anaerobic digestion of sewage sludge (Table 3), the methane yield and VSr obtained for the mixed sludge digestion at 35ºC were mostly higher. Davidson et al. (2008) obtaind the lowest methane yield as 0.271 L/g VS_{fed}/d in the continuous reactor operated under extreme conditions at 35℃, HBS:13 d and OLR 2 kg VS/m^3/d. This indicated that high OLR and low HRT were not favorable for sewage sludge digestion resulting in considerably low methane yield. Malekzada (2019) obtained the methane yield at the highest level as 0.665 L/g VS_{fed}/d at 38℃ and a similar OLR using an intermittent mixing mode. The general summary was that optimization of OLR was effective to reach the maximizable methane yield for any sewage sludge where extremely high OLRs and low HRTs would not be practicable in anaerobic digestion as the hydrolysis stage is slow and rate-limiting due to the slow biodegradability of the complex organic content for which chemical and physical pre-treatment methods are currently applied for fastened or up-graded anaerobic digestion process at real-scale.

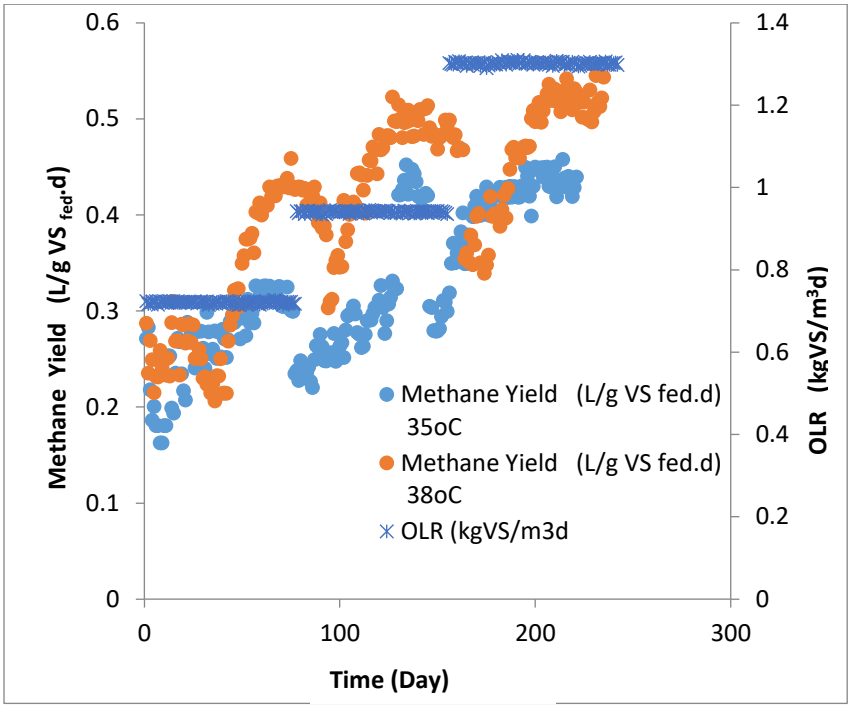


Figure 1. Methane yield values obtained at 35 and 38°C during the study at varied OLR

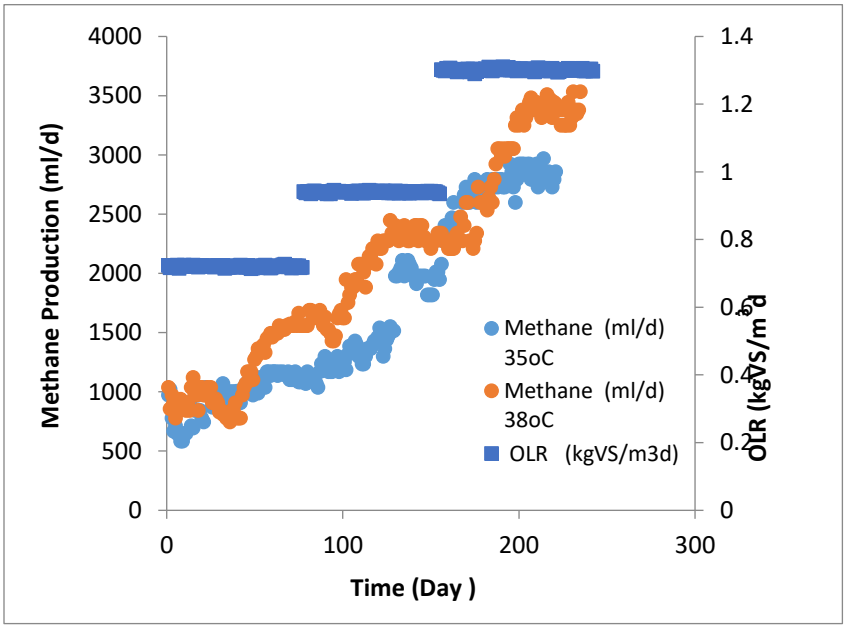


Figure 2. Methane production at 35 and 38°C during the study at varied OLR

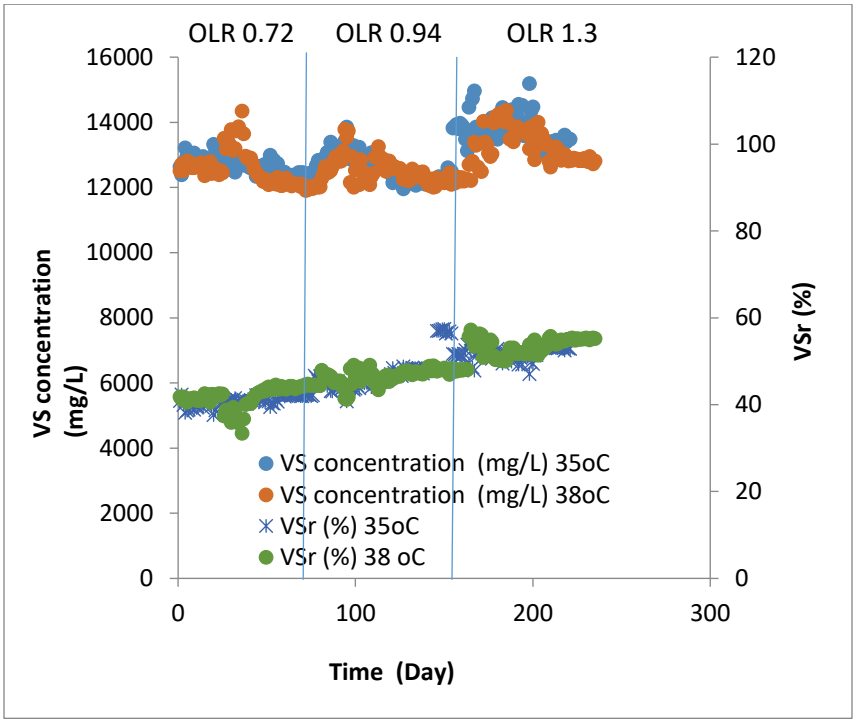


Figure 3.% UKM removal and VS concentration against OYH change in effluent sludge

Table 3. Summary with the previous sewage sludge digestion studies

Reference	Methane yield (L/g VS_{fed}.d)	VSr (%)	OLR (kgVS/m^3/d)	HRT (day)	Temperature (ºC)
Davidsson et al. (2008)	0.271	45	2.5	13	35
Kabouris et al. (2009)	0.159	25	2.45		35
Malekzada (2019)	0.665	50	0.9	20	38
Yu et sl. (2014)	0.322-0.391		3		
Dai et al. (2017)	0.245	-	1.13		35
Kymäläinen et al. (2012)	0.245	72-75	0.9		35-37
Present Study	0.32-0.44	42-53	0.72-1.3	22-30	35
Present Study	0.42-0.52	44-55	0.72-1.3	20-28	38

CONCLUSIONS

The highest methane yield and VSr for this study was obtained at 38ºC and OLR 1.3 kg VS/m^3/d. Increase in the methane yield, production and VSr efficiency was enhanced as the OLR and temperature increased. Increase in temperature to 38ºC did not enhance hydrolysis rate significantly but the rate of intermediate reactions and methanization augmented. The hydrolysis rate was exceeded at 1.3 kg VS/m^3/d and resulted in VS accumulation at some degree despite increase in the digestion performance. Optimization of the anaerobic digestion of sewage sludge through operational parameters is simple and crucial and can reveal potential benefits in sludge line management in the municipal WWTPs.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by Konya Technical University's Coordinatorship of Instructor Training Program as part of a graduate thesis project with the number 2015-ÖYP-086. The Konya Technical University Coordinatorship of Instructor Training Program provided financial support and the Konya Water and Sewage Administration's Wastewater Branch provided sludge samples, which the authors gratefully acknowledge.

REFERENCES

Alqaralleh R, Delatolla, R, Kennedy, K 2015. Anaerobic digestion of simulatedorganic fraction of municipal solid waste: effect of alkaline pretreatment. Int. J. Environ. Waste Manag, 16 (2): 166-185.

APHA, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Environment Federation (WEF), 21st Edition, Washington, USA.

Arnaiz C, Gutierrez JC, Lebrato J 2006. Biomass stabilization in the anaerobic digestion. of wastewater sludges. Bioresource Technology,97:1179-1184.

Dai X, Hu C, Zhang D, Dai L, Duan N 2017. Impact of a high ammonia-ammonium-pH system on methane-producing archaea and sulfate-reducing bacteria in mesophilic anaerobic digestion. Bioresource techno, 245: 598-605.

Davidsson A, Lövstedt C, Cour Jansen J, Gruvberger C, Aspegren H 2008.Co-digestion of grease trap sludge and sewage sludge. Waste Management,28: 986–992.

Erdirencelebi D, Kucukhemek M 2015. Diagnosis of the anaerobic reject water effects on WWTP operational characteristics as a precursor of bulking and foaming. Water Sci. Technol, 71 (4):572–579.

Ferrer I, Vazquez F,Font X 2011. Comparison of the mesophilic and thermophilic anaerobic sludge digestion from an energy perspective. Journal of Residuals Science and Technology,18:81-87.

Gavala HN, Yenal U, Skıadas IV, Westermann P, Ahrıng BK 2003. Mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of primary and secondary sludge. Effect of pre-treatment at elevated temperature. Water Res,37:4561-4572.

Hou H, Li, H, Wang F 2012. Anaerobic digestion of different organic wastes for biogas production and its operational control performed by the modified ADM1. J. Environ. Sci. Health. Part A, Toxic/hazardous Subst. Environ. Eng. 47 (1): 84-92.

İnce E, İnce M,Önkal EG 2017. Comparison of thermophilic and mesophilic anaerobic treatments for potato processing wastewater using a contact reactor. Global NEST Journal,19:318-326

Kabouris, JC, Tezel, U, Pavlostathis, SG, Engelmann M, Dulanay J, Gillette, R, Tood, AC 2009. Methane recovery from the anaerobic co-digestion of municipal sludge and FOG. Bioresource Technology, 100: 3701–3705.

Kymäläinen M, Lähde K, Arnold M, Kurola M, Romantschuk M, Kautola H, 2012. Biogasification of biowaste and sewage sludge e Measurement of biogas quality, Journal of Environmental Management, 95:122-127.

Labout RA,Angenent LT,Scott NR 2014. Conventional mesophilic vs. thermophilic anaerobic digestion: A trade-off between performance and stability?.Water Research,53: 249-258.

Liu Y 2003. Chemically Reduced Excess Sludge Production In The Activated Sludge Process. Chemosphere,50:1-7

Malekzada MN 2019. Investıgatıon of separate anaerobic stabilization potential and stabilized sludge quality of primary and waste biological sewage sludge at 38 °C mesophilic temperature. Master's thesis, Selçuk university graduate school of natural and applied sciences department of environmental engineering.

Nges IA, Liu J 2010. Effects of solid retention time on anaerobic digestion of dewatered-sewage sludge in mesophilic and thermophilic conditions. Renewable Energy,35:2200-2206.

Riau V,Rubia MA, Perez M 2010. Temperature-phased anaerobic digestion (TPAD) to obtain Class A biosolids. A discontinuous study. Bioresource Technology,101:65-70

Yu D, Kurola M, Lahde K, Kymalainen M, Sinkkonen A, Romantschuk M 2014. Biogas production and methanogenic archaeal community in mesophilic and thermophilic anaerobic co-digestion processes. Journal of Environ. Manage 143: 54-60.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Özel Yay Mekanizmalı Birleşik Bir Eğik Maça Sistemi

Fatma Deniz Beliç[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7003-3682*)
Ezginaz Karamahmutoğlu[2] (ORCID: *https://orcid.org/0000-0002-4406-4247*)

[*1]Karel Kalıp Sanayi A.Ş. İstanbul, Türkiye
[2]Karel Kalıp Sanayi A.Ş. İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: deniz.belic@karelkalip.com.tr

Özet

Günümüz dünyasında seri üretim artık çok önemli bir noktaya ulaşmış, ürünleri tek tek elde ederek rekabet etmek oldukça zorlaşmıştır. Bu durumun bir getirisi olarak seri üretim metotları kaçınılmaz olarak artmış ve gelişmiştir. Kalıpla üretim hızlı, kaliteli ve daha üretken olduğundan üretim metotlarının en önemlilerinde biri haline gelmiştir. Günlük hayatımızda, otomotivden gıda sektörüne kadar geniş bir kullanım alanı sağlayan plastik ürünler de plastik enjeksiyon kalıpları ile üretilmektedir. Plastik enjeksiyon kalıplama (PIM), parçaların düşük maliyetle ve seri üretilmesini sağlayan birden fazla aşamadan oluşan karmaşık bir prosestir ve her aşama birbiriyle bağlantılıdır. Bu nedenle bir problem tüm prosesi etkileyebilmektedir. Bu problemlere bir örnek parçanın kompleks geometriye sahip olması ve kalıptan sorunsuz çıkamamasıdır. Bunun için kalıplarda maça sistemleri kullanılmaktadır ancak bazı durumlarda, parça üzerinde ters açıda kalan bölge, hareket başladıktan sonra girişim yaparak kalıptan çıkarılamamakta ve parçalarda kopmalara (yırtılmalara) neden olmaktadır. Yapılan çalışmada, bu problemin giderilmesi için özel yay mekanizmalı birleşik bir eğik maça sistemi geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Plastik enjeksiyon kalıpları, Eğik maça, Mekanik maça

A Unified Inclined Core System with Special Spring Mechanism

Abstract

In today's world, mass production has reached a very important point, and it has become very difficult to compete by obtaining products one by one. As a result of this situation, mass production methods have inevitably increased and developed. Since mold production is fast, high quality and more productive, it has become one of the most important production methods. In our daily life, plastic products that provide a wide area of use from the automotive to the food sector are also produced with plastic injection molds. Plastic injection molding (PIM) is a complex multi-stage process that enables low cost and mass production of parts, and each stage is interconnected. Therefore, a problem can affect the entire process. An example of these problems is that the part has complex geometry and cannot come out of the mold smoothly. For this, core systems are used in molds, but in some cases, the area on the part at an opposite angle cannot be removed from the mold by interference after the movement starts, causing breaks (tearing) in the parts. In this study, a combined inclined core system with a special spring mechanism has been developed to overcome this problem.

Keywords: Plastic injection molds, Lifter, Slider

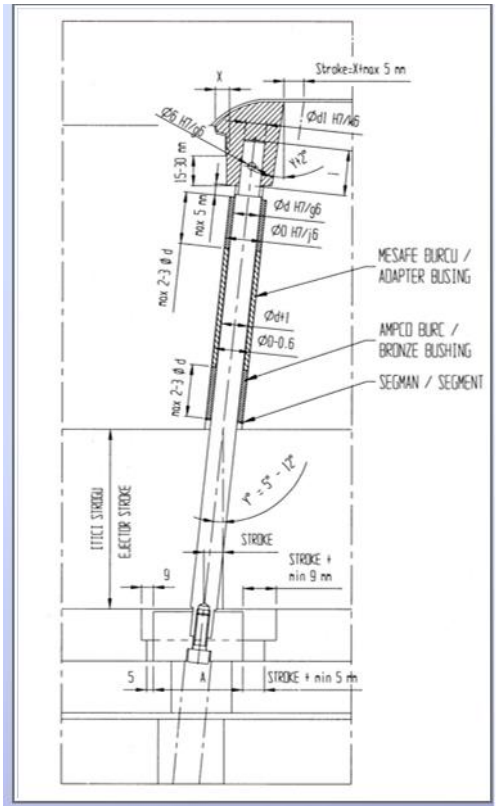
GİRİŞ

Günümüz dünyasında seri üretim artık çok önemli bir noktaya ulaşmış, ürünleri tek tek elde ederek rekabet etme olanağı neredeyse kalmamıştır. Bu durum seri üretim metotlarının kaçınılmaz olarak artmasına ve gelişmesine neden olmuştur. Bu metotların en önemlilerinden biri olan kalıpla üretim metodu daha hızlı, daha kaliteli ve daha üretken çalışmanın ana unsuru haline gelmiştir. [5]

Kalıpla üretim metotlarını kullanarak üretilen ürün gruplarından biri hiç tartışmasız plastik malzemelerdir. Plastik sektörü başta otomotiv, inşaat, beyaz eşya ve gıda olmak üzere birçok farklı sektöre girdi sağlamaktadır. Plastik malzemeler günlük hayatımızda geniş bir yer tutmakta ve doğrudan tüketim malzemesi olarak karşımıza çıktığı gibi yalıtım, dayanıklılık, şekil verilebilirlik gibi özellikleriyle farklı ürünlerle de karşımıza çıkmaktadır. Plastik malzemelerin elde edilmesi için plastik enjeksiyon kalıpları üretilmektedir. Kalıplama, istenilen boyut ve şekillerde dikişsiz ürünlerin kolay bir şekilde üretilmesine olanak sağladığı için endüstrinin çoğu alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Plastik enjeksiyon kalıplama (PIM), parçaların düşük maliyetle üretilmesini sağlayan birden fazla aşamadan oluşan karmaşık bir prosestir ve her aşama birbiriyle bağlantılı olarak ilerlemektedir. [1,2] Bu nedenle herhangi bir aşamada meydana gelen problem bütün kalıplama prosesini etkilemektedir.

Plastik enjeksiyon kalıplamanın son proses adımı parçaların kalıp içerisinde soğuduktan sonra kalıptan alınması işlemidir. Sorunsuz bir kalıptan alma işleminin gerçekleşebilmesi için parçanın geometrik sınırlarına uyulması gerekmekte ve çoğunlukla kompleks geometrilerden kaçınılmaktadır. Parçaların kalıptan ayrılması itici sistemlerin yardımıyla gerçekleşmektedir.

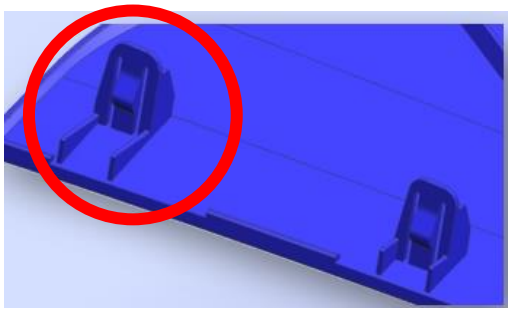
Karmaşık geometrilerin kaçınılamaz olduğu, ters açı bulunduran tasarımlarda ise parça üzerindeki girintileri çıkaracak şekilde kalıba kenar yüzeylerden hareket edecek hidrolik maça, eğik maça ve mekanik maça gibi maça sistemleri kullanılmaktadır. [3,4]



Şekil 1: Normal Eğik Maçanın Çalışma Mekanizması



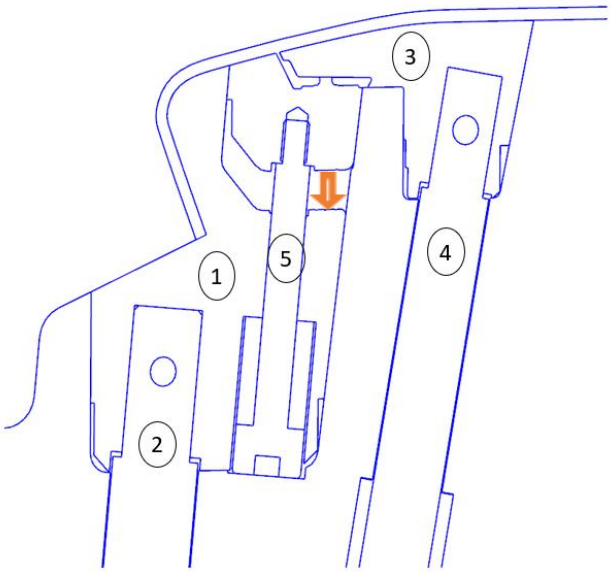
Şekil 2: Ters Açıda Kalan Geometriler



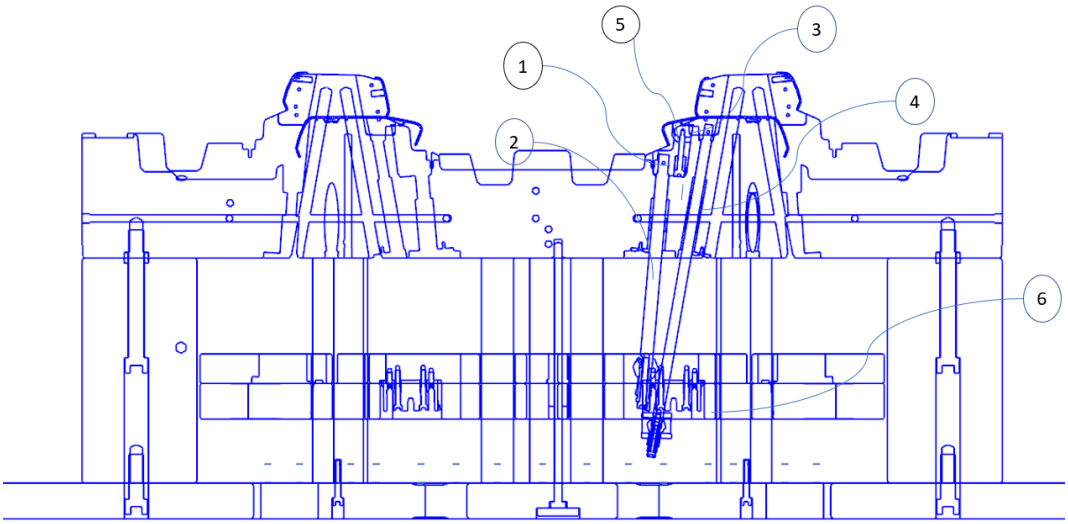
Şekil 3: Ters Açıda Kalan Geometriler

Şekil 1'deki teknik resimde normal bir eğik maçanın çalışma mekanizması gösterilmektedir. Plastik parçada Şekil 2 ve 3'te belirtilen ters açıda kalan geometriler için eğik maça tasarımı yapılmaktadır. Eğik maça; maça bloğu, mil, hareketi sağlayan kızak sistemi ve merkezleme burcu olarak dört bölümden oluşmaktadır. Kalıp çalışma açısına göre terste kalan bölgenin uzunluğu eğik maça bloğunun hareket mesafesini belirlemektedir. Bu durumun oluşması için itici plakasına bağlı olan kızak sitemi hareket ettikçe mil hem yatay hem yukarı yönde ilerlemektedir. Üst tarafta maça bloğuna bağlı olan mil, hareket ettikçe maça bloğunun çekilmesine neden olmakta ve böylece ters açıda kalan bölge oluşmaktadır.
Bu mekanizma ile parça üzerinde ters açıda kalan bölge, hareket başladıktan sonra girişim yaparak kalıptan çıkarılamamakta ve parçalarda kopmalara (yırtılmalara) neden olmaktadır.
Yapılan çalışmada, bu durumun oluşmasını önlemek ve plastik parçanın ürün formunda değişiklik yapılmadan girişim yapan bölgenin engellenmesi ve plastik enjeksiyon kalıbından elde edilemeyen geometrinin çıkarılmasını sağlamak için birbiri ile iç içe geçmiş 2 eğik maça ve bir yaylı mekanizma sistemi geliştirilmiştir.

MATERYAL VE METOD



Şekil 4: Strok Uygulanmadan Önce Perspektif

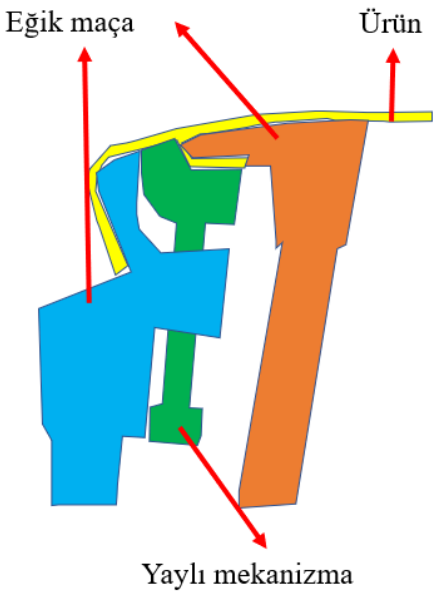


Şekil 5: Sistemin Önden Kesit Alınmış Hali

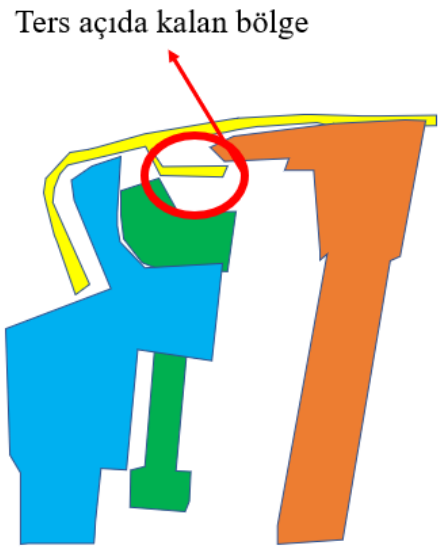
Şekil 4'te görünen kesitte 1 ve 3 numaralı kısımlar eğik maça bloklarını, 5 numaralı kısım özel yaylı mekanizmayı, 2 ve 4 numaralı kısımlar eğik maçalara ait milleri, turuncu renkli ok ise strok mesafesini göstermektedir. Eğik maçaların kızak sistemi, Şekil 5'teki itici plakasına (6) monte edilmektedir.

Enjeksiyon tamamlanıp kalıp açıldığında ve itici plakalar öne doğru hareket ettiğinde kızaklara bağlı olan maça milleri de ileriye doğru konumlanmaktadır. 1 numaralı eğik maça çalışma açısı kadar yukarıya hareket ettiğinde yaylı mekanizma aradaki boşluk kadar sıkışmakta ve eğik maçanın daha fazla hareket etmesini engelleyerek durdurmaktadır. Bu sırada 3 numaralı eğik maça hareket ederek, üründe terste kalan bölgenin maçadan kurtarılmasını sağlamaktadır.

Yaylı mekanizma, 1 numaralı eğik maçaya gecikme sağlayarak 3 numaralı maçanın hareekt açısı kadar ilerlemesini sağlamakta, maçalar geri konumlandıklarında ters açılı geometrinin parçadan çıkarılmasını sağlamaktadır.

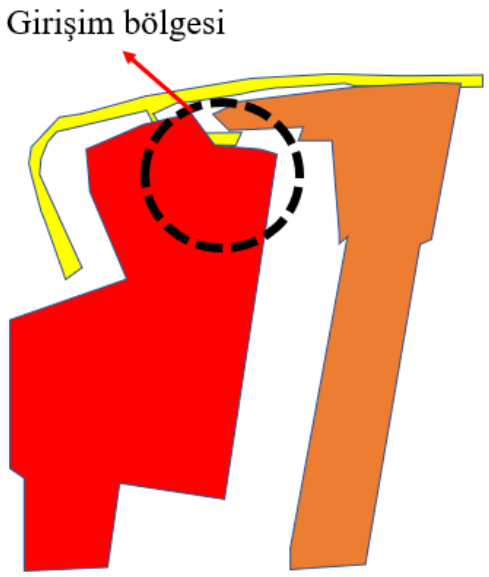


Şekil 6: Strok Uygulanmadan Önce Perspektif



Şekil 7: Strok Uygulandıktan Sonra Perspektif

Yaylı mekanizma, 1 numaralı maça bloğuna gömülüdür ve hareketiyle beraber sıkışmaktadır. Strok mesafesi, 1 numaralı maça bloğunun üst parçası ve yaylı mekanizma arasındaki mesafe yani yayın sıkışması için gerekli mesafedir. Yay sıkıştıktan sonra 1 numaralı maça bloğu ile hareket etmekte bu sayede bu maçaya gecikme verilmiş olmaktadır. Strok mesafesi, 3 numaralı maça bloğunun hareket açısına bağlı olarak ürünü kurtaracak optimum mesafedir. Şekil 6 ve 7 strok uygulanmadan önceki ve sonraki durumları göstermektedir. Yaylı mekanizma ile gecikme verilmeseydi eğer eğik maça ve ters açıda kalan geometrinin girişim yaparak üründe kopma (yırtılma) gibi olası kusurlara sebep olması Şekil 8'de gösterilmektedir.



Şekil 8: Yaylı Mekanizma Olmayan Perspektif

SONUÇ

Yapılan çalışma ile;

- Parçanın girişim yapmadan ürün datası görseli ile birebir şekilde elde edilmesi
- Geliştirilen yenilikçi yönün yani yay mekanizmasının başka kalıp tasarımlarına da uyarlanabilmesi
- Ürün tasarımında değişiklik yapılma ihtiyacının ortadan kalkması
- Eğik maçaya gecikme verilerek prosese yeni bir bakış açısı kazandırılması gibi sonuçlara varılmıştır.

Çalışma sonunda elde edilen sistem sanayi alanlarında uygulanabilir ve teknik açıdan uzman kişilerce farklı uygulamalara evrilebilecek niteliğe sahiptir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Karel Kalıp Sanayi A.Ş. tarafından desteklenmiştir. Makaleye konu olan çalışmaya katlılarından dolayı Levent Saraç'a teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

[1] - Aslı Ş.Z. 2017. Plastik Sektörü, İktisadi Araştırmalar Bölümü. Türkiye İş Bankası, 1-29.

[2] - Çiğdem K. 2005. Bilgisayar Destekli Plastik Enjeksiyon Kalip Tasarımı Ve Analizi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yıldız Teknik Üniversitesi, 1-217.

[3] - Engin K. 2006. Plastik Enjeksiyonda Proses Ve Kalip Kaynakli Sorunlarin Giderilmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1-111.
[4] - Melih K., Bilen Emek A. 2005. Plastik Enjeksiyon Kalıbı Tasarımı, Makina Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, 1-123.
[5] - Yahya T., Ali G. 2021. Plastik Enjeksiyon Üretim Bandında Kullanılan Kalıp ve Malzemeden Kaynaklı Meydana Gelen Üretim Hataları ve Giderme Yollarının Araştırılması, 7(1):141-151.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Kablosuz haberleşme devreleri için 866 MHz frekanslı (35 cm dalga boylu) bant geçiren filtre (BGF) devresi örneği

Ömer Faruk Köl[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0933-7593*),
Emir Ertan[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1082-4196*),
Seyit Ahmet Koç[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2932-1217*),
Mehmet Duman[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0831-0172*)

[*1]Netvar, İkitelli OSB Mah. YTÜ İkitelli Teknopark Sok. No: 1, D:123, 34490 İstanbul, Türkiye
[2]Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, 81620, Düzce, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: mehmetduman@duzce.edu.tr

Özet

Bant geçiren filtreler (BGF) belirli frekans aralığındaki bantları geçiren aktif veya pasif devrelerdir. Aktif bant geçiren filtre işlemsel kuvvetlendirici merkezlidir, pasif bant geçiren filtre ise kondansatörler ve indüktörler gibi pasif elemanları muhteva eder. Bant geçiren filtre, temelde yüksek geçiren filtre (YGF) ve alçak geçiren filtre (AGF) olarak iki devrenin birleşiminden oluşmaktadır. Bant geçiren filtreler aynı zamanda belirli topolojilere (Butterworth, Cheybshev vs) ayrılmaktadır. Bu çalışmada, gerçekleştirilen bant geçiren filtre pasif bir filtre olup, Cheybshev topolojisi ile tasarlanmış, benzetimi yapılmış ve FR4 PCB üzerine baskısı gerçekleştirilmiştir. Bant geçiren filtrenin frekans özellikleri; 866 MHz merkez frekans (35 cm dalga boyu) ve yaklaşık 100 MHz bant genişliğidir. Bu frekans aralığı, elektronik devrelerde elektromanyetik dalga olarak yayılan sinyalleri hedefleyecek şekilde, yer uydu istasyonu kablosuz haberleşme sinyallerinde, LoRa haberleşmesinde (sadece belirli bir bandında), hırsız alarmlarında ve daha bir çok sinyal uygulamalarında kullanılabilir. Yapılan çalışmada bant geçiren filtrenin teorik hesabına, benzetimine, devrenin tasarımına ve gerçekleştirilmesine dair konular incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bant geçiren filtre, kablosuz haberleşme, Cheybshev topolojisi.

Example of 866 MHz frequency (35 cm wavelength) band pass filter (BPF) circuit for wireless communication circuits

Abstract

Band pass filters (BPF) are active or passive circuits that pass bands in a certain frequency range. The active band pass filter is operational amplifier centered, while the passive band pass filter contains passive elements such as capacitors and inductors. Band pass filter basically consists of two circuits as high pass filter (HPF) and low pass filter (LPF). Band pass filters are also divided into certain topologies (Butterworth, Cheybshev etc.). In this study, the realized band pass filter is a passive filter, designed with Cheybshev topology, simulated and implemented on FR4 PCB. Frequency characteristics of the band pass filter is 866 MHz center frequency (35 cm wavelength) and approximately 100 MHz bandwidth. This frequency range can be used for targeting signals emitted as electromagnetic waves in electronic circuits, earth satellite station wireless communication signals, LoRa communication (only in a certain band), burglar alarms and many other signal applications. In this study, the theoretical calculation, simulation, design and implementation of the band pass filter were examined.

Keywords: Bandpass filter, wireless communication, Cheybshev topology.

GİRİŞ

İşlemsel kuvvetlendirici (Op-Amp) devresi olmaksızın tasarlanan elektronik frekans süzgeçlerine pasif bant geçiren filtre (BGF) adı verilmektedir. Ardı sıra bağlanan yüksek geçiren filtre (YGF) ve alçak geçiren filtrelerin (AGF) kesişim frekansları bant geçiren filtrenin işlevini gerçekleştirdiği frekans aralıklarıdır. Op-Amp devresi ayrı olarak tasarlanıp BGF'den sonra da devrede yerini alabilir (Rashid, 1999; Dorf ve Svoboda, 2001).

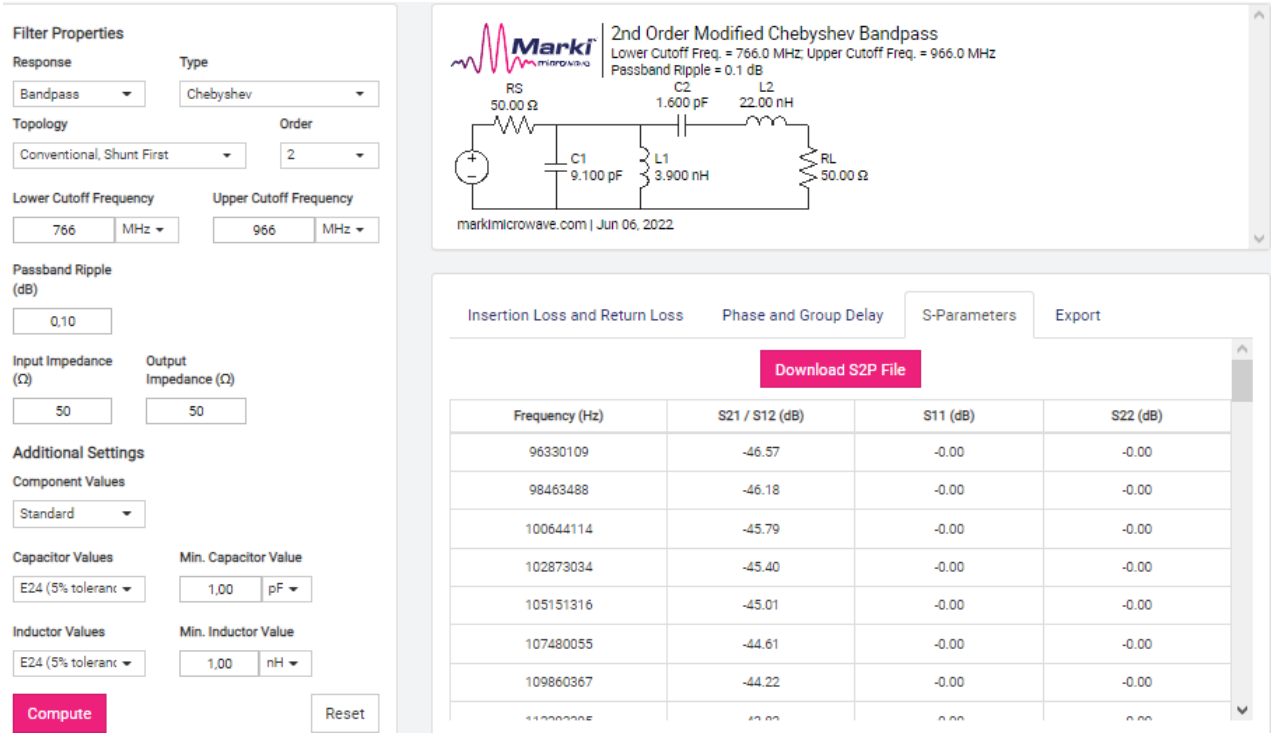
Pasif BGF oluşturmanın birkaç yöntemi vardır. Bu yöntemler ise farklı topolojiler veya farklı dereceler olarak kısaca özetlenebilir. Cheybshev, Butterworth, Bessel, Legendre ve eliptik tipleri BGF oluşturmada en sık kullanılan LC (indüktans-kapasitans) tipi toploloji örnekleridir. Derece (order) ise 1 veya daha fazla sayıda olabilmektedir. Derece arttıkça aynı oranda kullanlan pasif eleman sayısı da artar. Paralel (shunt) kapasite ile veya seri (series) kapasite ile devre kurulumuna başlamak da BGF örneklerini çeşitlendirmektedir. Aynı durum, tasarımcının indüktans ile nasıl başlayacağı kararına göre de oluşmaktadır. Sadece pasif devre elemanları ile değil mikroşerit hatlar ile de filtre tasarımını ve gerçeklemesini yapmak mümkündür. Bu noktada mikroşerit hatlar indüktans gibi ya da kapasitans gibi davranabilir. Mikroşerit hatların genişliği, uzunluğu, kullanılan alt tabanın dielektrik geçirgenliği hatta hattın geometrik şekli dahi indüktans ya da kapasitans gibi davranan yapının nicel değerini belirleyebilir (Çakır ve ark., 2006; Pozar, 2011).

Pasif bant geçiren filtreler için kazanç-frekans grafiği göz önüne getirildiğinde en üst noktadaki kazanç değeri olan 0 dB'den 3 dB azaldığı noktalar arası bant genişliği olarak ifade edilir. Bağlantı önceliği YGF olmalıdır ki durgun banttan geçiş bandına; akabinde AGF gelmelidir ki geçiş bandından durgun banda grafik oluşabilsin. Nihayetinde kesişen bölgeler geçiş bandının frekans cevabı olarak adlandırılır (Aribowo ve ark., 2018; EverythingRF, 2019). Transfer fonkiyonlarının türevlerini kullanarak (Wan ve ark., 2019) BGF tasarımı mümkündür. Sadece belirli bir bölge için değil birden fazla frekans bölgesi için de çoklu BGF tasarımları (Ss, 2022) yapılabilir. WLAN, Bluetooth, LoRa, ZigBee veya uydu uygulamaları gibi pek çok kablosuz haberleşme uygulamasında ya da hoparlör gibi elektrik devrelerinde BGF devresi görmek olasıdır (Nosrati ve Mohammad-Taheri, 2020; Ss, 2022; Dong ve Shen, 2020). Taşınabilir kablosuz haberleşme sistemleri arttıkça boyut ve ağırlık olarak minimum kalabilmek önem taşır, T şeklindeki mikroşerit yapılar ile oldukça ufak boyutlarda BGF'ler üretilebilmektedir (Yoon ve Kim, 2021).

Görülmektedir ki; günlük hayatımızda elektronik aygıtlar arttıkça teknolojide de güncel gelişmeler hızla devam etmektedir. Bu çalışmada, elektronik devreler konusuna katkı olması düşüncesiyle 866 MHz merkez frekans bandında çalışabilen ve yaklaşık 100 MHz bant genişliğine sahip olan BGF devresi anlatılmıştır. Cheybshev topolojisi ile tasarlanan ve gerçekleştirilen BGF, Nano VNA cihazı ile ölçülmüştür. İlgili çalışmalar Materyal ve Metod bölümünde, deney çıktıları Bulgular bölümünde, daha iyi nasıl olabilir sorusunun cevabı Tartışmalar bölümünde ve son olarak projenin sonucu Sonuçlar bölümünde okuyucuya aktarılmıştır.

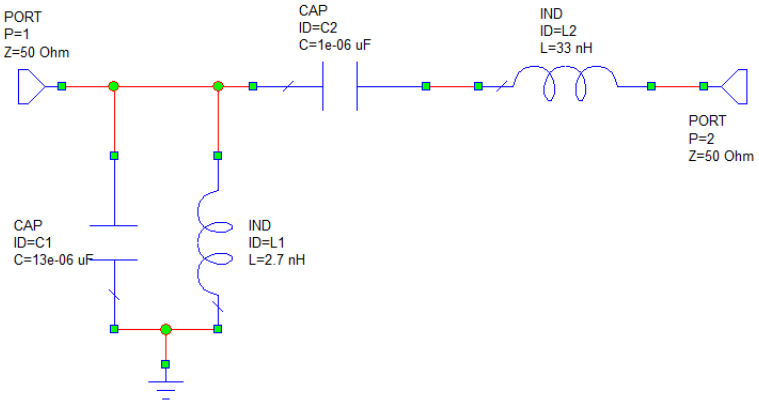
MATERYAL VE METOD

Bant geçiren filtre vb uygulamalar için öncelikle teorik hesaplamalar (Rashid, 1999; Dorf ve Svoboda, 2001; Çakır ve ark., 2006; Pozar, 2011) yapılır. İlgili teorik denklemlerin gömülü olduğu WEB siteleri (RFTools, 2022; Falstad, 2022) üzerinden hesaplamalar için yardım alınabilir. Bu projede, Marki Microwave firmasının desteklediği RFTools çevrim içi tasarım programı kullanılmıştır. Şekil 1'de RFTools ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 1. RFTools LC filtre ekran görüntüsü

Şekil 1'de görüleceği üzere geçiş bandında hafif dalgalanmalara izin veren böylece modülasyon yaptırmaya daha açık olan Chebyshev, 2. dereceden, 766 MHz alt kesim frekanslı ve 966 MHz üst kesim frekanslı, hem girişte hem de çıkışta 50 Ω empedansa sahip filtre tasarımı program tarafından sunulmuştur. C1, L1, C2 ve L2 kapasitans ve indüktans değerleri Şekil 1 üzerinde aktarılmıştır. Bu aşamadan sonra AWR Microwave Office programı kullanılmış ve devre AWR programına aktarılmıştır. AWR programının ekran görüntüsü Şekil 2'de verilmiştir.

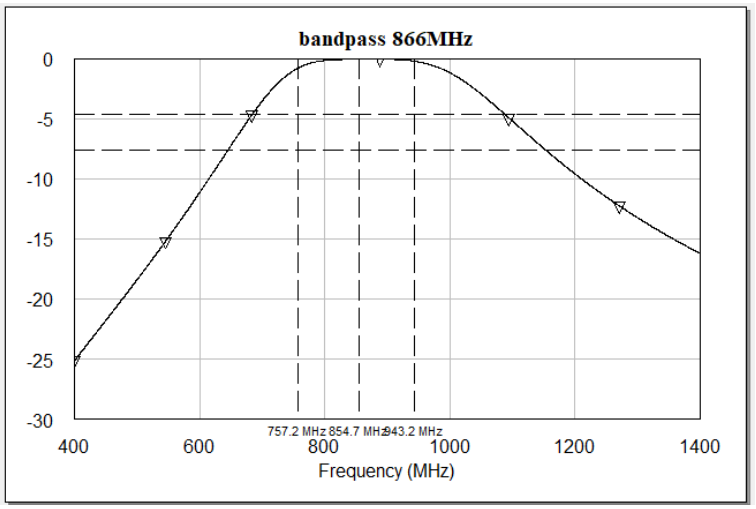


Şekil 2. AWR programına aktarılan nihai BGF devresi

AWR programına Şekil 1'deki indüktans ve kapasitans değerleri aktarılıp kazanç-frekans grafiği oluşturulduğunda beklenen orta frekans değeri olan (866 MHz) elde edilememektedir. Bu sebeple, pasif devre elemanlarında değişikliklere gidilmiştir. Bu aşamada, değişiklikler yapılırken laboratuvar ortamında yapılacak olan gerçekleştirme işlemleri göz önünde bulundurulmalı ve pasif devre elemanı üreten fabrikaların üretmediği ürünlerin kullanılmamasına dikkat edilmelidir. Şekil 2'de görülen yeni L ve C değerleri için bu konuya özen gösterilmiştir.

RFTools çevrim içi tasarım programının verdiği değerlere çok yakın fakat üreticilerden alınabilecek değerlerin ideal olan modelleri, merkez frekansın 866 MHz olmasına gayret edilerek, AWR programında, Şekil 2'deki gibi kullanıldığında Şekil 3 kazanç-frekans grafiği elde edilmiştir.

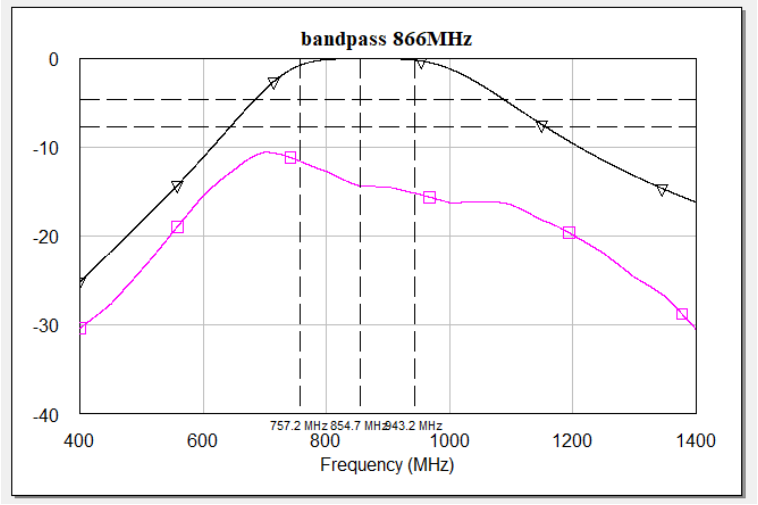
Şekil 3 incelendiğinde, merkez frekans değeri 854.7 MHz'dir. 866 MHz frekansına yakın olduğu için aradaki 11.3 MHz frekanslık kayma ihmal edilebilir. Zira alt ve üst kesim frekansları 757.2 ve 943.2 MHz olarak bulunmuştur. Bu değerler baz alındığında 186 MHz bant genişliği elde edildiği görülebilir ki bu değere bakıldığında 11.3 MHz orta frekans kayması önemsizdir.



Şekil 3. BGF için kazanç-frekans grafiği

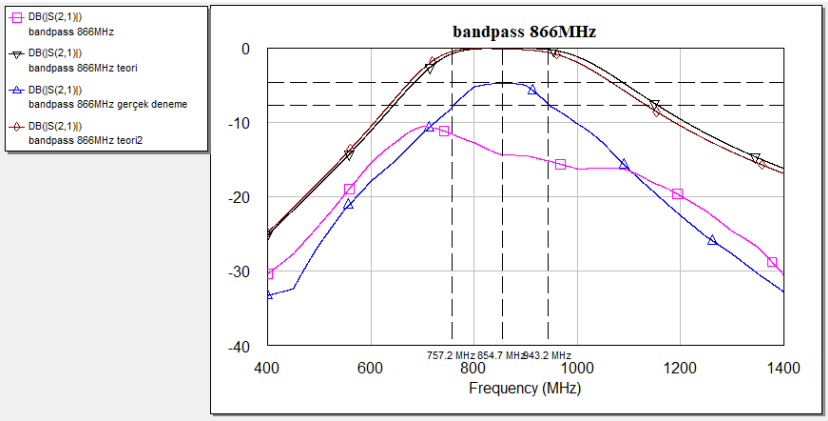
AWR programı üzerinde, ideal tasarımdan gerçek ürünlerle program üzerinde yapılacak yeni tasarıma geçmek gerekir. En kolay ulaşılabilecek olan ürünler gözden geçirilmiş akabinde indüktörler Johanson, kapasitörler ise Samsung marka olarak seçilmiştir. Bu seçim işlemi, AWR üzerinden "Library" sekmesi ile yapılırken aynı marka ve model ürünler laboratuvarda hazır tutulmaktadır.

Nihai devre için AWR programında kazanç-frekans grafiği sorgulandığında Şekil 4 elde edilmiştir.



Şekil 4. İdeal ürünler ve gerçek ürünler ile tasarlanan BGF için kazanç-frekans grafiği

Laboratuvar ortamında üretilecek olan BGF kartına montelenecek L ve C değerine göre yapılan AWR tasarımında, ideal tasarıma göre iyi bir sonuç elde edilememiştir. Bu noktada, AWR programı üzerinden "Tune Tool" kullanılır. İnce ayarlamaların yapıldığı bu araç kullanılırken yine üretim esnası göz önünde bulundurulmuş ve ulaşılabilecek ürünler üzerinden ince ayar denemeleri yapılmıştır. Bu denemeler göstermiştir ki; ideal olmayan gerçek değerler (aynı zamanda laboratuvarda kullanılabilecek olan değerler) ile istenilen grafik değerlerine ulaşılabilmiştir. Şekil 5'te yeni ürünler ile tasarlanan BGF için kazanç-frekans grafiği verilmiştir.



Şekil 5. BGF için bütün kazanç-frekans grafiklerinin karşılaştırılması

Şekil 5'teki pembe çizgi "Tune Tool"dan önceki, mavi çizgi ise "Tune Tool"dan sonraki değerler ile oluşturulan grafiklerdir. Her ikisi de gerçek değerler ile "Library" üzerinden tasarlanmıştır. Siyah ve kahverengi çizgiler ise sırasıyla "Tune Tool"dan önce ve sonra olmak üzere teorik değerler ile tasarlanan grafiklerdir. Yapılan geliştirmeler neticesinde hem merkez frekans istenilen düzeye çekilmiş hem de bant genişliği 100 MHz olarak daraltılmıştır.

Son tasarım için elde edilen gerçek malzemeler için liste şu şekildedir;

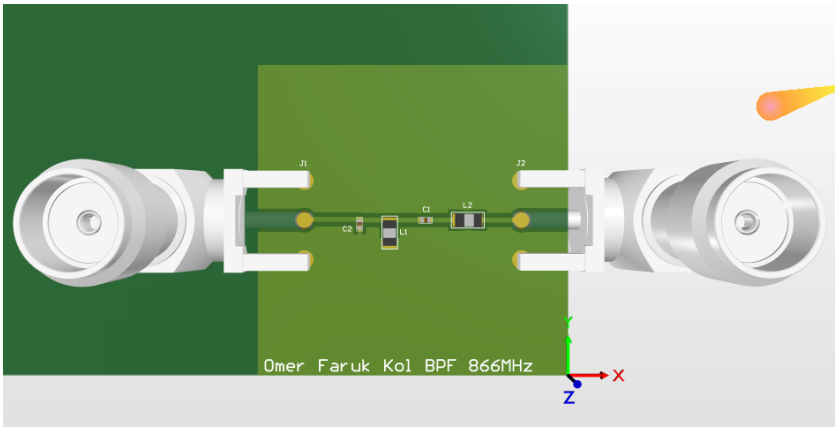
C1, 27 pF ±5% 25V Ceramic Capacitor C0G, NP0 0201 (0603 Metric)

C2, 1.5 pF ±0.1pF 25V Ceramic Capacitor C0G, NP0 0201 (0603 Metric)

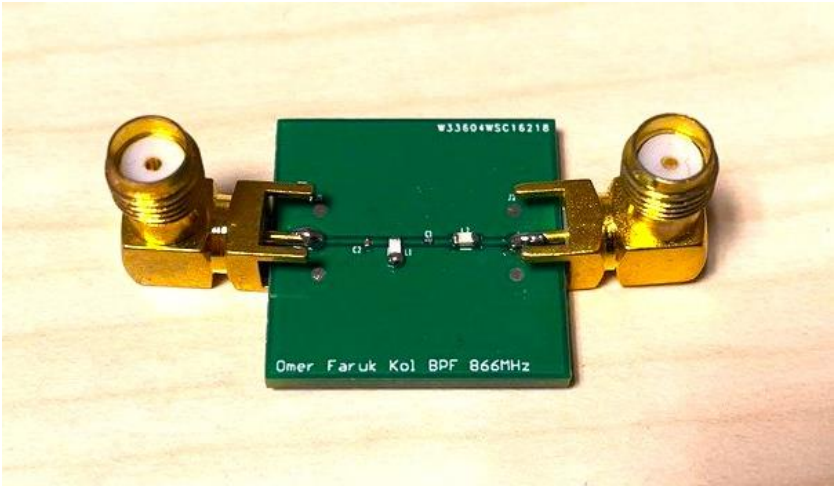
L1, 3.9 nH Unshielded Multilayer Inductor 300 mA 250mOhm Max 0603 (1608 Metric)

L2, 22 nH Unshielded Multilayer Inductor 300 mA 650mOhm Max 0603 (1608 Metric)

İlgili malzemeler kullanılarak oluşturulan BGF'nin Altium tasarım programındaki 3 boyutlu görüntüsü Şekil 6'da, baskı devre yapıldıktan sonraki gerçek fotoğrafı Şekil 7'de verilmiştir. Kapasitör ve indüktörlerin 201 ve 603 kılıf olduğu Şekil 6 ve 7'den görülebilir.



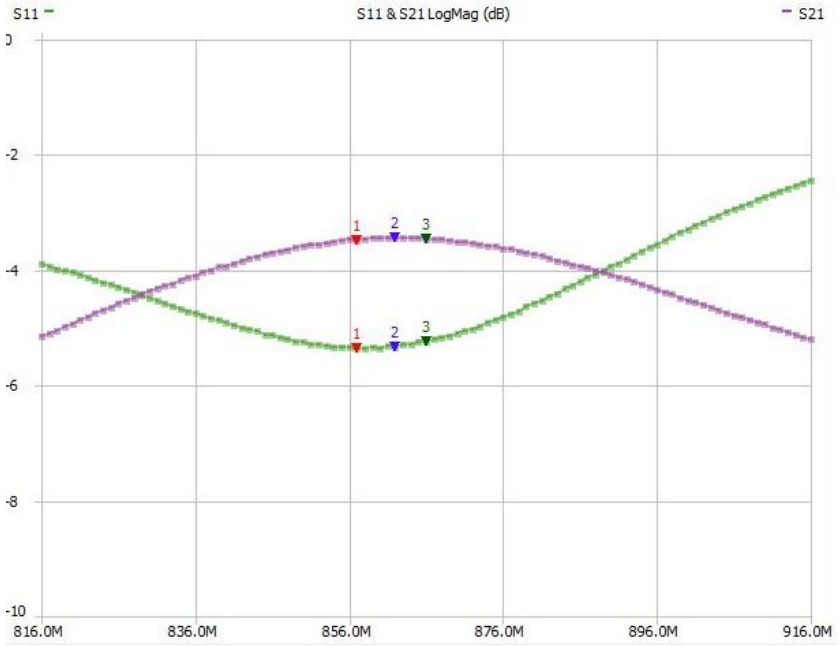
Şekil 6. Altium programı ile oluşturulan 3B çizim



Şekil 7. BGF'nin fotoğrafı

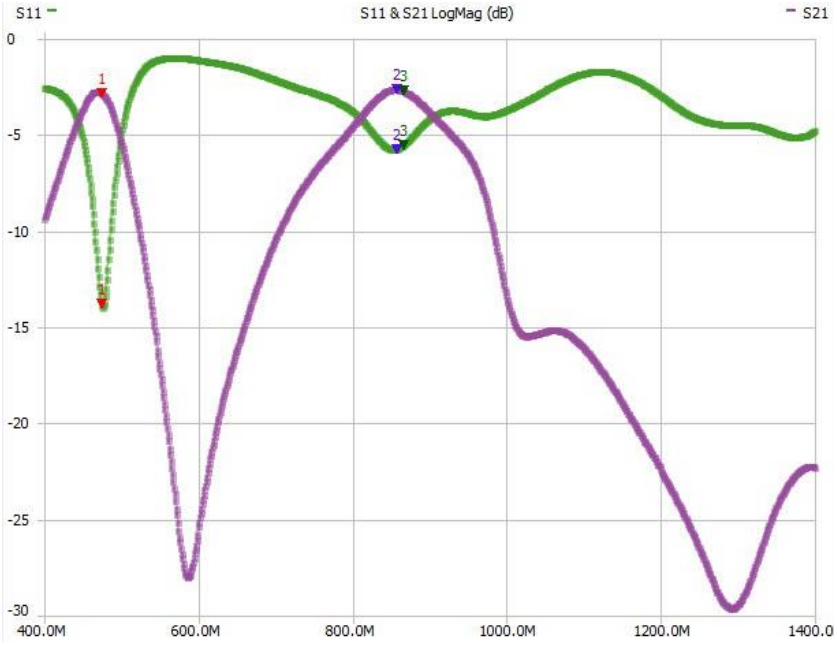
BULGULAR

Nano VNA V2 Plus 4 ölçüm cihazı ile laboratuvar ortamında yapılan ölçümlerde BGF merkez frekans değerinin 862 MHz olduğu ve istenilen değerden sadece 4 MHz kaydığı anlaşılmıştır. Voltaj durağan dalga oranı değerinin 3.365, kalite faktörünün 0.327, geri dönüş kaybının -5.324 dB (yeşil grafik) olduğu BGF devresine ait kazanç-frekans grafiği Şekil 8'de aktarılmıştır. Görüleceği üzere, kazanç değeri orta frekansta -3.447 dB (mor grafik) olarak elde edilmiştir. Pasif BGF'ler için en yüksek değer 0 olduğuna göre -3.447 dB iyi olarak sayılabilir.



Şekil 8. VNA ölçümü

400 MHz ile 900 MHz olarak genişletilen frekans eksenindeki geniş açılı kazanç-frekans grafiği Şekil 9'da verilmiştir. Bu grafik göstermektedir ki; 474 MHz frekansında da BGF özelliği elde edilmiştir. Sonuç olarak, çift bantlı BGF üretildiği aşikardır. İkinci bant için voltaj durağan dalga oranı değeri 1.513, geri dönüş kaybı -13.808 dB, kalite faktörü 0.421 ve kazanç -2.843 dB'dir. İkinci bantta BGF'nin daha iyi çalışabileceği bulgusuna ulaşılmıştır.



Şekil 9. Geniş açılı VNA ölçümü

TARTIŞMA

BGF derecesi artırılırsa daha iyi sonuçlar elde dilebilir. Ayrıca pasif eleman değerlerine "Tune Tool" ile farklı ince ayarlamalar yapıldığında ikinci bant ortadan kaldırılarak 866 MHz orta frekansında daha iyi bir kazanç elde edilebilir ayrıca 1'e daha yakın bir voltaj durağan dalga oranına, 0'a daha yakın bir kalite faktörü oranına ve daha az bir geri dönüş kaybına ulaşılabilir. Deneyler, anti statik bir ortamda veya temiz odada yapılarak hatasız sonuçlar alınabilir.

SONUÇ

Sonuç olarak, 866 MHz veya civarı uygulamalarda; özellikle de kablosuz haberleşme uygulamalarından yer uydu istasyonu kablosuz haberleşme cihazlarında, ve daha bir çok sinyal uygulamalarında kullanılabilecek bant geçiren filtre devresi üretilmiştir. İkinci bantta da ana bant kadar iyi çalışabilen bu devre sayesinde BGF'nin kullanım alanı artmaktadır.

BGF devresinin hem benzetim ortamında hem de laboratuvar ortamında gerçek cihazlarla ölçülmüş olması ve her iki durumda da istenilen kriterlere ulaşılmış olması projenin başarı ölçütlerini fazlasıyla karşılamış olduğunun göstergesidir.

KAYNAKLAR

Aribowo D, Herudin, Malik F, Firmansyah T 2018. Miniaturization of ultra-wideband (UWB) band pass filter micro strip based on folded distributed method frequency 3.1 - 10.6 GHz. International Journal of Engineering and Technology (UAE). 7: 4134-4140.

Çakır G, Gündüz S, Sevgi L 2006. Geniş Bantlı Mikroşerit Filtre Tasarımı. Eksen Yayıncılık. İstanbul, Türkiye.

Dong H, Shen Y 2020. Active Eighth-Order Band-Pass Loudspeaker Systems. Journal of the Audio Engineering Society. 68: 168-183. 10.17743/jaes.2019.0059.

Dorf RC, Svoboda JA 2001. Introduction to Electric Circuits. 5th edt. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.

EverythingRF 2019. What is 3 dB Bandwidth of a Filter? Available at: https://www.everythingrf.com/community/what-is-3-db-bandwidth-in-a-filter [30.11.22]

Falstad 2022. E-bandpass. https://www.falstad.com/circuit/e-bandpass.html [01.12.2022]

Nosrati A, Mohammad-Taheri M 2020. Dual-Band Evanescent-Mode Substrate Integrated Waveguide Band-pass Filter for WLAN Applications. 8: 2322-4088.

Pozar DM 2011. Microwave Engineering, 4th edt. Wiley. USA.

Rashid MH 1999. Microelectronic Circuits: Analysis and Design. PWS Publishing Company. Boston, MA, USA.

RF Tools 2022. LC filter. Available at: https://rf-tools.com/lc-filter/ [01.12.2022]

Ss O 2022. Miniaturized DGS based multi-band pass filters for satellite applications. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing. 13. 10.1007/s12652-021-02898-3.

Yoon K, Kim K 2021. Design of Dual Ultra–Wideband Band–Pass Filter Using Stepped Impedance Resonator λg/4 Short Stubs and T–Shaped Band-Stop Filter. Electronics. 10: 1951. 10.3390/electronics10161951.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Automatic detection of Alzheimer's disease with transfer learning and image processing techniques

Atılay Yeşilada[1*] (*https://orcid.org/0000-0003-2845-5800*), Osman Gökalp[2] (*https://orcid.org/0000-0002-7604-8647*)

[*1]University of İzmir Kâtip Çelebi, Faculty of Natural and Applied Sciences, Department of Software Engineering, İzmir, Türkiye
[2]University of İzmir Kâtip Çelebi, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Computer Engineering, İzmir, Türkiye

*Corresponding author e-mail: y210240039@ogr.ikcu.edu.tr

Abstract

Alzheimer's disease continues to be a serious public health issue. Alzheimer's disease affects generally old people, and it is a neurological disorder. The most significant sign of Alzheimer's disease is memory loss, which becomes worse over time. Therefore, early Alzheimer's disease identification can aid in patients getting the proper care. One of the aims of this study is to automate the early diagnosis of Alzheimer's disease. While detecting automatically, a system that can improve itself by benefiting from previous experiences each time can be established with artificial neural network models. In this way, in late diagnosis, the bad effects of the disease can be protected at an early stage. Thanks to artificial intelligence and image processing algorithms, successful results can be achieved with MRI data used by transfer learning and deep learning models. In this study, a deep learning method with transfer learning based on brain MRI images for the detection of Alzheimer's disease has been proposed. In the experimental work, different convolutional neural network architectures and transfer learning methods have been tried. The results show that the detection of Alzheimer's disease can be detected with remarkable accuracy with the transfer learning method.

Keywords: Alzheimer's Disease, Brain MRI, Deep Learning, Transfer Learning, Convolutional Neural Networks, InceptionV3

INTRODUCTION

Alzheimer's disease is a worldwide neurodegenerative disease that occurs in the human brain and significantly affects the patient's quality of life (Arendt, 2009). It is reported that the number of globally affected patients is expected to double in the next 20 years, and one in 85 people will be affected by 2050 (Jellinger, 2003). Each year, 7.7 million new cases of dementia are reported globally (Bhagyashree and Sheshadri, 2018). One of the most well-known cases of dementia among the elderly is Alzheimer's disease. The following are some of the key signs of this dementia: difficulty communicating, memory issues, and different disabilities that make the patient's everyday life exceedingly challenging (Burkea et al., 2016). Besides that, Alzheimer's sufferers are troubled by perplexity, difficulty learning new situations, speech and language challenges, poor motivation, and other complications (Shimizu et al., 2018). Early and accurate diagnosing of Alzheimer's disease can greatly benefit its treatment. Alzheimer's disease is typically diagnosed in clinics after a clinical evaluation and the completion of a questionnaire by patients and their loved ones. Due to the lack of knowledge regarding disease-related brain regions and known symptoms such as brain shrinkage, it is a challenging undertaking (Kazemi et al., 2018). For several types of brain scans, including magnetic resonance imaging (MRI), well-known machine learning classification techniques have been used. Due to the complexity of medical imaging, this topic is still challenging. With the aid of ongoing and upcoming research in this area, we can better understand the course of the disease and create new treatments. Deep learning, a subclass of machine learning, has been used for intelligent systems in many fields, particularly in the processing of medical pictures, and it can handle difficult decision-making tasks. Convolutional neural networks have shown promising results for illness diagnosis and organ segmentation (Litjens et al., 2017). CNNs combine the three key phases of a classification job, namely feature extraction, feature selection, and classification, in contrast to conventional machine learning approaches. In automated medical image analysis, convolutional neural networks have achieved major advancements. Transfer learning is one of the most effective methods for training deeper networks without overfitting when the amount of data is smaller (Xiao et al.,

2018). A pre-trained network is the foundation of transfer learning. The transfer learning strategy can take advantage of the generic feature mappings and concentrate on learning the problem-specific ones for the problem of interest rather than training a specialized CNN from scratch.

In this work, we developed a deep learning method that automatically detects Alzheimer's disease by making tunings over a pre-trained model using the transfer learning method and applying data augmentation. We employed pre-trained networks that use different architectures such as InceptionV3, ResNet50V2, and Xception. An experimental work demonstrated that, as a base model, InceptionV3 can be used for the automatic detection of Alzheimer's disease and can be operated by the transfer learning method.

The rest of this work is organized in the following manner. The related work section reviews the existing methods and research in the literature related to Alzheimer's disease detection and classification. In the next section, it is an overview of the entire methodology of this study such as the used dataset and how it was obtained, deep learning, and transfer learning techniques and how they were used. Implementation details, results, and evaluation are discussed in the next section. Conclusions and final thoughts are mentioned in the last part of this paper.

RELATED WORK

In recent years, many different methods have been used for disease prediction in medical fields. Recent developments in the field of computer vision have focused on establishing models for the identification and categorization of Alzheimer's disease as well as extracting usable characteristics using a machine learning approach. Since the 1980s, brain imaging tools such as Magnetic Resonance Imaging (MRI), Positron Emission Tomography (PET) and Diffusion Tensor Image (DTI) have been used for the diagnosis and classification of Alzheimer's disease (McGeer, 1986).

For the segmentation of the gray matter, Nair and Mohan employed the Gaussian Mixing Model (Nahir and Mohan, 2017). Both the conventional classification problem and the difficulty of calculating the density are addressed by this paradigm. Then, features were retrieved using the Partial Least Squares approach, and the Support Vector Machine technique was employed for classification. In addition to these studies, a classification method built on level-set segmentation is offered (Rabeh et al., 2017). It begins by determining which of the four learning examples is closest to the new input using four distances in this investigation. A different approach has also been suggested, and they used 3D masking to isolate the Volume of Interest (VOI) region using voxel-based morphometry for feature extraction (Mufidah et al., 2017). Besides, the segmentation of images was used based on voxel morphometry to collect the 3 brain tissues (the white matter, the gray matter, and cerebrospinal fluid) (Angkoso et al., 2018). Different methods used deep learning architecture especially CNN to detect and classify Alzheimer's disease. A graph convolutional neural network (GCNN) classifier was employed by Song (Song et al., 2019). This network's eleven layers (nine convolutional layers and two fully connected layers) enable the division of Alzheimer's disease patients into four classes.

The work that used a 2D CNN with one convolutional layer, a max-pooling layer, and ultimately a neural network with a single hidden layer for classification is one of the earliest investigations of a transfer learning strategy for Alzheimer's disease diagnosis utilizing deep learning (Gupta et al., 2013). This study showed that the auto-classification encoder's performance in the subsequent layers can be improved by using real-world photos to train it. Later on, a different transfer learning technique was also put out, wherein three 2D CNNs with two convolutional layers were trained using only three slices from the middle of the MRI images of the hippocampal region (Aderghal et al., 2018). The impact of transfer learning when used for medical image classification was demonstrated in one of the subsequent studies (Shin et al., 2016). According to a study on several modalities, the results of the fine-tuning processes performed are superior. In addition, a transfer learning technique that uses ultrasound scans to locate plans and can transfer information on fewer layers is proposed (Chen et al., 2015). In recent years, as shown in Figure 1, interest in how artificial intelligence may be applied to medical imaging has increased exponentially. This interest is reflected in the rapid rise in publications in artificial intelligence from 200 peer-reviewed publications in 2010 to about 1000 in 2019 (Lui et al., 2020).

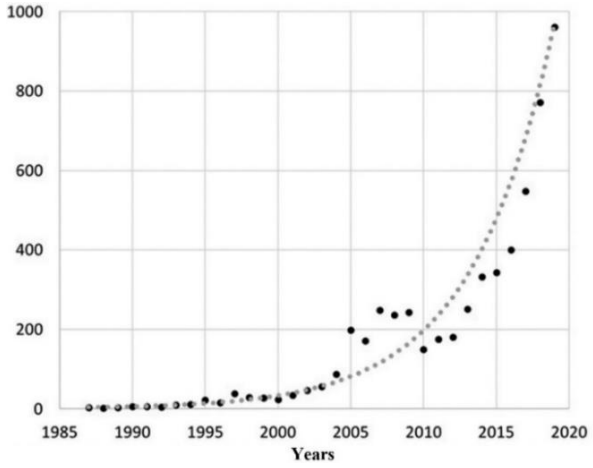


Figure 1. The number of neuroimaging artificial intelligence publications (Lui et al., 2020).

According to related works, transfer learning models can reach an accuracy equal to or greater than that of a 3D-CNN model trained from scratch. As in related previous studies, instead of creating something new from scratch, high accuracy values can be obtained and studies can become more efficient by transferring similar features with transfer learning, much easier.

MATERIALS AND METHODS

In this section, the dataset containing brain MRI images is prepared and described for Alzheimer's disease. In addition, deep learning models and transfer learning techniques are explained. After that, how Alzheimer's disease can automatically be classified in this study with artificial intelligence is explained with the dataset containing brain MRI images.

Dataset

The dataset used in this study is an open database on the Kaggle website [1]. The dataset consists of train and test folders containing a total of 6400 images. In this dataset, there are four classes of images: “Mild Demented”, “Moderate Demented”, “Non-Demented", and "Very Mild Demented". The main purpose of this dataset is to help researchers develop a model with high accuracy to detect and classify the stage of Alzheimer's disease.

Data Preparation

In the data preparation phase, libraries such as Tensorflow, Matplotlib, NumPy, and Pandas were installed and used. Afterward, paths to the images were identified and constants and seeds were determined for reproducibility. Then, the dataset was split into %80 train and %20 test batches consisting of 4 classes and determined the number of images for each class was. Images were copied and resampled from the train folder and split randomly with equal proportions in each class for the validation folder.

Data Preprocessing

Data were grayscale and they needed to be converted to RGB to use with pre-trained deep learning models. In the image transformation phase for data preprocessing, images were scaled. As shown in Figure 2, images are converted to RGB and set seed for reproducibility. Then, images were displayed in a grid of 9 images with their labels.

[1] Alzheimer's Dataset, https://www.kaggle.com/datasets/tourist55/alzheimers-dataset-4-class-of-images.

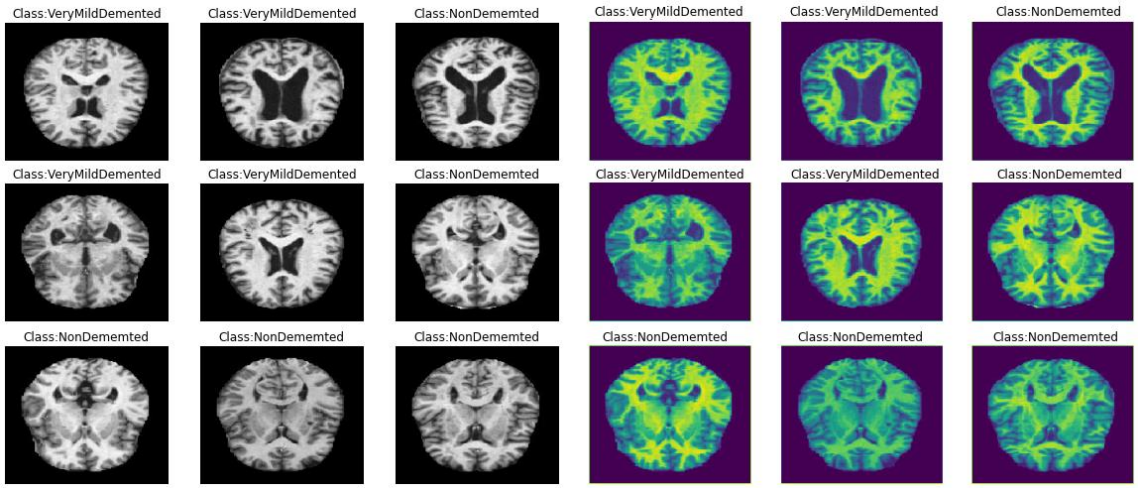


Figure 2. Brain MRI images with labels grayscale (left) and RGB (right).

Deep Learning

Deep learning is an interdisciplinary field of study developed on designing systems that require data, algorithms, and hardware knowledge, aiming to solve complex problems that humans can solve. Although there are different deep learning models used today, they vary according to the field of study and data. Convolutional neural networks are used for image data. Deep learning has approached the human level in image classification, voice recognition, and the ability to answer questions.

Convolutional Neural Network (CNN): CNN is a multilayered network structure that was developed using the multilayer perceptron, which is the standard neural network architecture. CNN designed for object detection finds its use in image classification, segmentation, pattern recognition, etc. Due to its autonomous style of operation, CNN has become a crucial tool for machine vision and artificial intelligence.

Pre-trained Models

InceptionV3: A module for GoogleNet, InceptionV3 is a convolutional neural network that facilitates object detection and picture analysis. The goal of the Inception V3 design is to support deeper neural networks without letting the number of parameters balloon out of control. Compared to AlexNet's 60 million parameters, InceptionV3 has fewer than 25 million (Szegedy et al., 2015).

ResNet50V2: The improved ResNet50V2 outperforms the original ResNet50 and ResNet101 on the ImageNet dataset.

Xception: The model is an extension of the Inception architecture, using depthwise separable convolutions in place of the normal Inception architecture modules.

Transfer Learning

One of the most well-known machine learning techniques for image categorization and detection is transfer learning. It enables the application of previously learned expertise from a highly accurate architecture to new issues (Mazo et al., 2018). Instead of rebuilding the models from scratch, transfer learning could use the model and the learned information to identify the images in the dataset containing brain MRI data. In our study, we use the InceptionV3 architecture of the convolutional neural network as a base model in our research. CNN is typically not optimized, despite the fact that training a CNN from scratch has been done in many experiments. In general, starting from scratch requires a lot of computing power, and there aren't always enough samples (Liu et al., 2018).

In this study, to reuse pre-trained model weights with the transfer learning method, it is necessary to freeze some model layers. For this process, a function is developed and it can freeze all, some, or none of the layers in a base model to freeze only some of the weights, layer names, and block numbers that need to be provided in this function.

Model Tuning: Model tuning is the process of choosing the model's parameters that produce the best outcomes for the research. The model's performance is evaluated in comparison to other builds after it has been trained numerous times using possible setups.

EXPERIMENTAL WORK

In this section, we evaluate the dataset containing brain MRI images. In addition, at this stage, the metrics used in this study and the performance obtained are mentioned.

Experimental Settings

To increase the test AUC of the model, some experimental settings have been made with the transfer learning method in this paper.

The function which builds the transfer model was tuned to add the additional layers. Also, additional convolution layers were added with dropout and batch normalization for regularization to increase the capacity of the model. In this way, it was given the additional capacity to the base model. At this stage, the epoch value was set to 50 and the learning rate was taken as 0.001.

Following this point, the training data revealed that the model was overfitting in the early epochs. Because of this, data augmentation was added to help generalize the model to new data. Changes have been made to the rescale, width shift range, rotation range, height shift range, and zoom range properties of images for data augmentation.

Finally, the model was re-trained with the tuned parameters using data augmentation and other techniques. In addition, early stopping was removed and the epochs were set to 150 to give the model as much time to train as possible without overfitting.

Metrics

The following metrics were used to evaluate the performance of the model described earlier.

1) Accuracy: It refers to the percentage of test samples that were successfully categorized.

2) F1-score: Calculating precision and recall is possible using the confusion matrix. After that, the F1-score is calculated as the harmonic mean of recall and precision.

3) Recall: Recall is a metric that shows how well we positively use our estimates.

4) Precision: Precision, on the other hand, shows how many of the values we estimated as positive are positive.

5) AUC: A popular metric for assessing the effectiveness of a multi-class classification system is the area under the receiver operator characteristic (ROC) curve. A ROC curve is a graph that shows the true and false positive rates.

Base Model Selection

In this section, InceptionV3, ResNet50V2, and Xception models are used. AUC, F1-Score, and Accuracy metrics of all models have been calculated. As a result of all these calculations, the InceptionV3 model got 85.00%, and the ResNet50V2 model and the Xception model got 81.00% AUC. The model with the best AUC value was selected from the 3 models. That model was InceptionV3, with an AUC value of 85.00%. After this section, some improvements were applied to the InceptionV3 base model.

Base Model Scores for Alzheimer's Disease	Accuracy	F1-Score	AUC
InceptionV3	0.65	0.49	%85.00
ResNet50V2	0.62	0.47	%81.00
Xception	0.57	0.49	%81.00

Table 1. Base model scores.

Performance Evaluation

In this study, after the base transfer learning model was trained, the base model was tuned and different improvements were made to the model to get better results. In this section, the changes made to the model and the results obtained are shown in Table 2.

Stages of the InceptionV3 model based on Transfer Learning	Accuracy	F1-Score	AUC
InceptionV3	0.65	0.49	%85.00
InceptionV3 + Additional Capacity	0.63	0.47	%84.00
InceptionV3 + Additional Capacity + Data Augmentation	0.68	0.50	%87.00

Table 2. Stages of the InceptionV3 model.

In figures 3, 4, and 5 below, confusion matrix and validation loss, validation AUC graphs of different periods can be observed, respectively, of the base model InceptionV3, InceptionV3 with additional capacity, and later InceptionV3 models with both additional capacity and data augmentation.

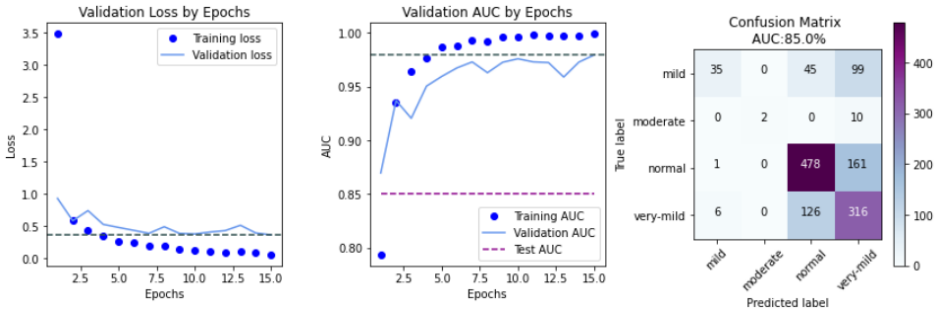


Figure 3. Base model InceptionV3.

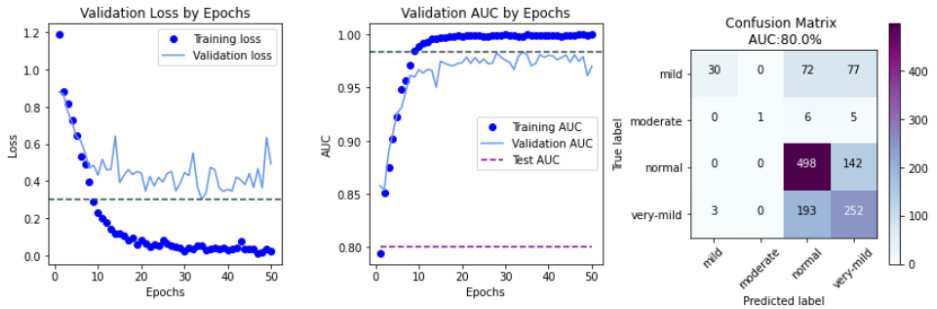


Figure 4. InceptionV3 + Additional Capacity.

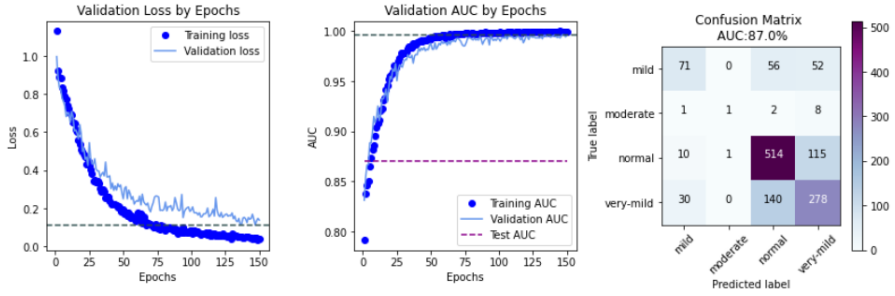


Figure 5. InceptionV3 + Additional Capacity + Data Augmentation.

CONCLUSION

In this study, the task of Alzheimer's disease classification is evaluated using the Alzheimer's Disease dataset consisting of 4 classes from Kaggle. Since InceptionV3 has the best AUC among ResNet50V2, Xception, and InceptionV3 models, InceptionV3 was used as the base transfer learning model, and then applied some tunings on the InceptionV3. Additional convolution layers were added to increase the capacity of the model and at this stage, the epoch value was set to 50 and the learning rate was taken as 0.001. After that process, the model was overfitting early in the epochs. Because of that problem, a data augmentation process was added to help generalize the model to new data. Some changes have been made to the rescale, width shift range, rotation range, height shift range, and zoom range properties of images for data augmentation. Finally, the model has trained again with the tuned parameters using data augmentation and additional convolution layers. During this process, the epoch value was set to 150 to give the model as much time to train as possible without overfitting.

Based on the data in the confusion matrix, it can be said that the model does best at identifying normal and very-mild MRIs and poorest at identifying moderate cases. Also, adding capacity to the model, searching for optimal hyperparameters, and adding data augmentation resulted in better performance on the test dataset. In future work, different datasets can be used for this problem. Different deep learning approaches and hybrid models may achieve a better result.

REFERENCES

Aderghal K, Khvostikov A, Krylov A, Benois PJ, Afdel K, Catheline G 2018. Classification of Alzheimer's disease on imaging modalities with deep CNNs using cross-modal transfer learning. in Proceedings of the IEEE 31st International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS), pp. 345-350.

Angkoso C, Purnama I, Purnomo M 2018. Analysis of Brain Tissue and Cerebrospinal Fluid Feature for Alzheimer’s disease Detection. IEEE International Conference on Computer Engineering Network and Intelligent Multimedia (CENIM), vol. 31 pp. 285-288.

Arendt T 2009. Synaptic degeneration in Alzheimer’s disease. Acta neuropathologica, vol 118 no 1 pp. 167-179.

Bhagyashree SR, Sheshadri HS 2018. Dementia: Advances and Treatment, Chapter 5 Alzheimer’s Disease.

Burkea S, Maramaldib P, Kukull W 2016. Neuropsychiatric symptoms and Apolipoprotein E: Associations with eventual Alzheimer’s disease development. Archives of Gerontology and Geriatrics, vol. 65 pp. 231-238.

Chen H, Ni D, Qin J, Li S, Yang X, Wang T, Heng PA 2015. Standard plane localization in fetal ultrasound via domain transferred deep neural networks. IEEE J Biomed Health Inform, 19(5):1627–1636.

Gupta A, Ayhan M, Maida A 2013. Natural image bases to represent neuroimaging data. in Proceedings of the International Conference on Machine Learning, pp. 987-994.

Jellinger KA 2003. Mild cognitive impairment. Aging to Alzheimer's disease. Eur. J. Neurol, 10 466.

Kazemi Y, Houghten SK 2018. A deep learning pipeline to classify different stages of Alzheimer's disease from fMRI data. in Proceedings of the IEEE Conference on Computational Intelligence in Bioinformatics and Computational Biology (CIBCB), 2018 pp. 1-8.

Litjens G 2017. A survey on deep learning in medical image analysis. Medical Image Analysis, vol. 42 pp. 60-88.

Liu M, Cheng D, Wang K, Wang Y 2018. Multi-modality cascaded convolutional neural networks for Alzheimer's disease diagnosis. Neuroinformatics, vol. 16 pp. 295- 308.

Lui YW, Chang PD, Zaharchuk G, Barboriak DP, Flanders AE, Wintermark M, Hess CP, Filippi CG 2020. Artificial Intelligence in Neuroradiology: Current Status and Future Directions. AJNR Am J Neuroradiol 41:E52–E59.

Mazo C, Bernal J, Trujillo M, Alegre E 2018. Transfer Learning for Classification of Cardiovascular Tissues in Histological Images. Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol. 18 pp. 1-20.

McGeer PL 1986. Brain Imaging in Alzheimer’s Disease. British Med Bull, 42(1):24–28.

Mufidah R, Wasito I, Hanifah N, Faturrahman M 2017. Structural MRI classification for Alzheimer's disease detection using deep belief network. vol. 17 pp. 37-42.

Nair J, Mohan N 2017. Alzheimer's disease Diagnosis in MR Images using Statistical Methods. IEEE International Conference on Communication and Signal Processing, vol. 17 pp. 1232-1235.

Prince M, Wimo A, Guerchet M, Ali GC, Wu Y, Prina M 2015. World Alzheimer Report 2015. The Global Impact of Dementia: An analysis of Prevalence, Incidence, Cost, and Trends. Alzheimer's Disease International: London UK.

Rabeh AB, Benzarti F, Amiri H 2017. New Method of Classification to detect Alzheimer's Disease. IEEE 14th International Conference on Computer Graphics Imaging and Visualization, vol. 17 pp. 111-116.

Shimizu S, Hirose D, Hatanaka H, Takenoshita N, Kaneko Y, Ogawa Y, Sakurai H, Hanyu H 2018. Role of neuroimaging as a biomarker for neurodegenerative diseases. Frontiers in neurology, 9:265.

Shin HC, Roth HR, Gao M, Lu L, Xu Z, Nogues I, Yao J, Mollura D, Summers RM 2016. Deep convolutional neural networks for computer-aided detection: Cnn architectures, dataset characteristics, and transfer learning. IEEE Trans Med Imaging, 35(5):1285–1298.

Song T, Chowdhury S, Yang F, Jacobs H, Fakhri G, Li Q, Johnson K, Dutta J 2019. GRAPH CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR ALZHEIMER'S DISEASE CLASSIFICATION. vol. 19 pp. 414-417.

Szegedy C, Liu W, Jia Y, Sermanet P, Reed S 2015. Going deeper with convolutions. CVPR.

Xiao T, Liu L, Li K, Qin W, Yu S 2018. Comparison of Transferred Deep Neural Networks in Ultrasonic Breast Masses Discrimination. Hindawi BioMed Research International Volume 2018, Article ID 4605191 9 pages.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

Preparation of polycaprolactone nanoparticles through a microfluidic device

Aslihan Kazan[1*] *(https://orcid.org/0000-0002-8947-8494)*

[*1]Bursa Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Bioengineering Department, Bursa, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: aslihan.kazan@btu.edu.tr

Abstract

Polymeric nanoparticles have drawn attention as drug delivery systems due to their high biodegradability and biocompability. Their release characteristics strongly depend on the structure of the polymer molecule, particle size and size distribution, surface charge and morphology of particles. In this study, polycaprolactone nanoparticles were synthesized through a microfluidic device to obtain nanoparticles with a narrower size distribution. Effects of polymer concentration, flow rate ratio and channel geometry on average particle size and polydispersity index were examined. The results indicated that channel geometry significantly affects both size and size distribution of the produced nanoparticles. Polymer concentration and flow rate ratio were found to be effective on particle size as lower polymer concentration resulted in smaller particles while a fall in particle size was obtained by increased flow rate of non-solvent phase. Optimum conditions for the production of polycaprolactone nanoparticles were determined as 8 mg/ml polymer concentration, 10/400 solvent to non-solvent flow rate ratio and X-junction geometry resulting in particle size of 269 nm and polydispersity index of 0.364.

Keywords: microfluidics, nanoparticles, nanoprecipitation, particle size, polycaprolactone, size distribution.

INTRODUCTION

Drug delivery systems are platforms that enable to overcome various limitations for the application of therapeutic agents such as low bioavailability and solubility, short circulation lifetime and potential toxicity (Ajazuddin, 2010; Blanco et al., 2015; Tiwari et al., 2012). Among these systems, polymeric nanoparticles are one of the most attractive group due to their morphological variability, higher stability, and ease of functionalization (Bains et al., 2017; Rizvi and Saleh, 2018). These nanoparticles are made from natural (alginate, chitosan, gelatin) or synthetic (polylactic acid, polycaprolactone) polymers and the properties of selected polymer significantly affect the performance of the drug delivery system. Synthetic polymers have various advantages over natural polymers since they are biologically inert, have high purity and reproducibility, and their structure and composition can be tailored for desired application. Polycaprolactone (PCL) is a semicrystalline aliphatic polyester which is approved by Food and Drug Administration. As a biocompatible and biodegradable synthetic polymer, PCL is used in a wide range of biomedical applications due to its high drug permeability and *in vivo* slow degradation rate. Emulsification/solvent evaporation, salting out and nanoprecipitation are common methods for the production of PCL nanoparticles (Behl et al., 2020; Byun et al., 2011; Ramanujam et al., 2018).

Nanoprecipitation, also known as solvent displacement or interfacial deposition, is a simple and fast method mainly used for the encapsulation of hydrophobic drug molecules (Lepeltier et al., 2014; Rivas et al., 2017). In this method, two miscible solvents are required to prepare nanoparticles. First, polymer is dissolved in a solvent and added dropwise to a non-solvent under continuous stirring. The contact of two solvent phases results in the precipitation of polymer. Then, organic solvent is removed by evaporation and prepared nanoparticles are separated by centrifugation. In general, an organic solvent contains polymer and drug molecule while non-solvent includes water and stabilizing agents. Although nanoprecipitation commonly used to encapsulate hydrophobic molecules, hydrophilic molecules are also effectively encapsulated (Badri et al., 2017; Ramanujam et al., 2018). A traditional approach for the synthesis of particles by nanoprecipitation is bulk mixing which is consisting of two mixing stages as macromixing and micromixing. Macromixing is driven by convection and turbulence of the production medium while micromixing occurs at molecular scale by Fick's law. Traditional bulk mixers are lack

of precise control on mixing and therefore on particle size distribution (Othman et al., 2015a-b). It is a common knowledge that some properties of nanoparticles such as size, size distribution, shape and zeta potential strongly affect their degradation and release characteristics (Łukasiewicz et al., 2021; Zanetti et al., 2019). Thus, novel mixing strategies are under consideration to overcome drawbacks of traditional mixing equipments.

Microfluidics is the science and technology of manipulating fluids in channels with dimensions less than a millimeter and microfluidic devices offer several advantages over conventional systems such as compact design, enhanced mass and heat transfer, reduced reagent consumption, ease to parallelization, low energy demand and precise control (Barry and Ivanov, 2004). Microfluidic systems possess a great potential for the synthesis of micro and nanoparticles due to the strict control of the mixing. In these systems, macromixing can be avoided and mixing merely occurs by molecular diffusion via passive and active mixing strategies. Channel geometry, junction design and operation parameters largely affect the mixing in microchannels and particle properties (Heshmatnezhad & Nazar, 2020a).

In this study, PCL nanoparticles were prepared in a microfluidic device and the effects of channel geometry, polymer concentration and solvent to non-solvent flow rate ratio on particle size and size distribution were examined.

MATERIALS AND METHODS

Polycaprolactone (Sigma) nanoparticles were prepared by nanoprecipitation method through microfluidic devices. For this purpose, PCL was dissolved in acetone (Merck) at different concentrations (4-8 mg/ml) and fed to metal microfluidic device by a syringe pump (New Era pump systems Inc.). Aqueous polyvinyl alcohol (PVA) (Sigma) and Tween 20 (Merck) solution was prepared as non-solvent at constant PVA:Tween 20 ratio as 1:20. To determine the effect of channel geometry, two different microfluidic devices were used. Each device was made from stainless steel and channel diameter was 250 µm with two different channel geometry as T- and X-junction. Flow rate of polymer solution was kept constant at 10 µl/min and flow rate of aqueous phase varied between 100 and 600 µl/min to determine the effect of flow rate ratio. The effluent was collected in tubes and centrifugated after solvent evaporation (Figure 1). Particles were characterized in terms of size and polydispersity index (PDI).

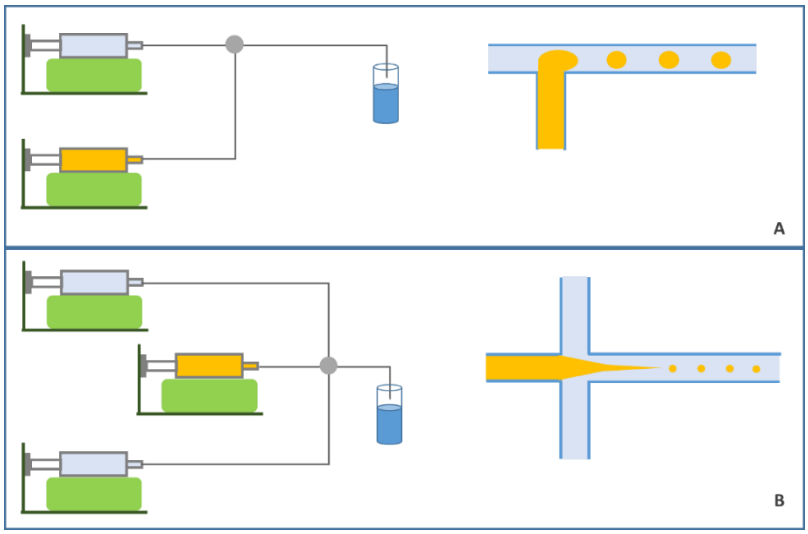


Figure 1. PCL nanoparticle production through T-junction (A) and X-junction (B) microfluidic devices.

RESULTS AND DISCUSSION

PCL nanoparticles were prepared by nanoprecipitation method. Acetone and water were used as solvent and non-solvent phase, respectively. In nanoprecipitation method, nanoparticles are synthesized through nucleation, growth and aggregation stages. To prevent the agglomeration and coalescence of produced nanoparticles, natural or synthetic surfactants are used. The combined use of PVA and Tween 20 has been shown to contribute to nanoparticle synthesis with lower size and avoid the aggregation of produced particles in the final suspension

(Badri et al., 2017; Heshmatnezhad & Nazar, 2020b; Ramanujam et al., 2018). Therefore, an aqueous PVA:Tween 20 solution was used as a non-solvent in the experiments.

For the production of PCL nanoparticles by a T-junction microfluidic device, effect of varying flow rate ratio was examined by keeping PCL concentration and flow rate constant as 8 mg/ml and 10 µl/min, respectively. As shown in Table 1., increasing the flow rate of aqueous phase resulted in decrease of average particle size while PDI values showed an inverse proportion. The smaller particle size was obtained at 400 µl/min aqueous phase flow rate. For 10/400 flow rate ratio, decreasing of polymer concentration from 8 mg/ml to 4 mg/l led a significant decrease of nanoparticle size from 738 nm to 466 nm. Polymer concentration have a significant effect on the nanoparticle formation in microfluidic systems. Channel clogging is a common problem for microfluidic devices which avoids the use of high polymer concentration. On the other hand, there is a strong relationship between polymer concentration and the amount of produced particles. For microfluidic particle synthesis, polymer concentration should be high enough to ensure a sufficient production yield and also low enough to prevent the clogging of channels (Lince et al., 2008; Rhee et al., 2011).

Table 1. Size and PDI of PCL nanoparticles produced through microfluidic devices.

Channel geometry	PCL concentration (mg/ml)	Flow rate ratio	Particle size (nm)	PDI
T-junction	8	10/100	788	0.417
	8	10/200	767	0.520
	8	10/400	738	0.563
	4	10/400	466	0.585
X-junction	8	10/100	315	0.225
	8	10/200	304	0.271
	8	10/400	269	0.364
	8	10/600	144	0.433

For X-junction microdevice, particle synthesis was carried out at constant polymer concentration and flow rate. Increase of aqueous phase flow rate from 100 to 600 µl/min significantly decreased the particle size from 315 to 144 nm (Figure 2). As flow rate ratio increased, a faster mixing and a higher supersaturation gradient occurred which results in spontaneous nucleation and small nuclei formation and consequently reduction of particle size. Although, PDI values of nanoparticles increased by increasing flow rate, they were still in an acceptable range (Table 1).

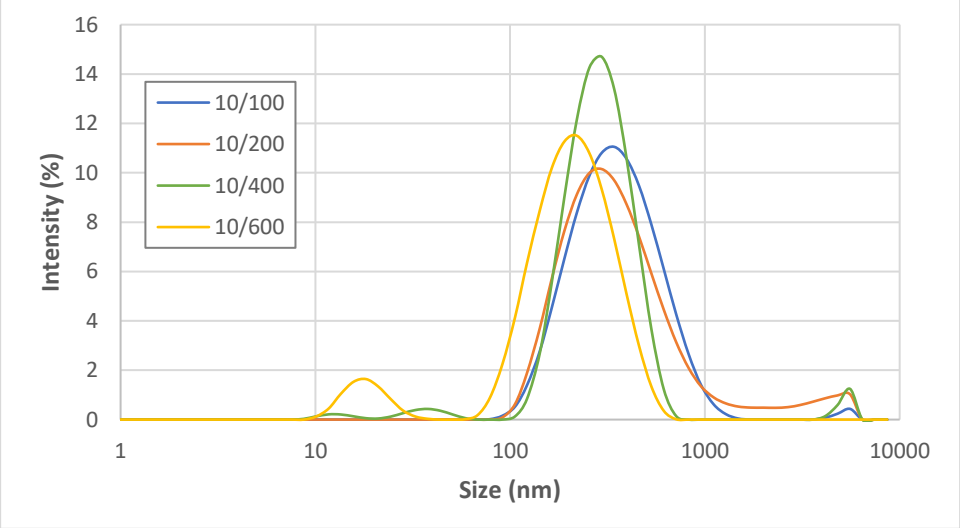


Figure 2. Size distribution of PCL nanoparticles produced in X-junction microfluidic device.

The obtained results showed that channel geometry had a significant effect on the size and size distribution of produced nanoparticles. For all tested conditions, X-junction microdevice produced smaller nanoparticles with a narrower particle size distribution compared to nanoparticles produced by T-junction.

CONCLUSION

In this study, PCL nanoparticles were prepared in microfluidic devices by nanoprecipitation method. Effects of channel geometry, polymer concentration and flow rate ratio on particle size and size distribution were investigated. Obtained results showed that channel geometry significantly affects the size and size distribution and X-junction was found to be a more suitable geometry for the production of PCL nanoparticles. Flow rate ratio and polymer concentration were effective parameters on particle size as lower polymer concentration resulted in smaller particles while a fall in particle size was obtained by increased flow rate of non-solvent phase. As a conclusion, effect of synthesis conditions on microfluidic PCL nanoparticle production was elicited and 8 mg/ml polymer concentration, 10/400 flow rate ratio and X-junction geometry were found as optimum conditions for the preparation of PCL nanoparticles resulting particle size of 269 nm and polydispersity index of 0.364.

REFERENCES

Ajazuddin SS 2010. Applications of novel drug delivery system for herbal formulations. Fitoterapia, 81(7): 680-689.

Badri W, Miladi K, Nazari QA, Fessi H, Elaissari A 2017. Effect of process and formulation parameters on polycaprolactone nanoparticles prepared by solvent displacement. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 516: 238-244.

Bains A, Cao Y, Kly S, Wulff JE, Moffitt MG 2017. Controlling Structure and Function of Polymeric Drug Delivery Nanoparticles Using Microfluidics. Molecular Pharmaceutics, 14(8): 2595-2606.

Barry R, Ivanov D 2004. Microfluidics in biotechnology. Journal of Nanobiotechnology, 2: 2.

Behl A, Parmar VS, Malhotra S, Chhill AK 2020. Biodegradable diblock copolymeric PEG-PCL nanoparticles: Synthesis, characterization and applications as anticancer drug delivery agents. Polymer, 207: 122901.

Blanco E, Shen H, Ferrari M 2015. Principles of nanoparticle design for overcoming biological barriers to drug delivery. Nature Biotechnology, 33: 941–951.

Byun Y, Hwang JB, Bang SH, Darby D, Cooksey K, Dawson PL, Park HJ, Whiteside S 2011. Formulation and characterization of α-tocopherol loaded poly ε-caprolactone (PCL) nanoparticles. LWT-Food Science and Technology, 44(1): 24-28.

Heshmatnezhad F, Nazar ARS 2020. On-chip controlled synthesis of polycaprolactone nanoparticles using continuous-flow microfluidic devices. Journal of Flow Chemistry, 10: 533–543.

Heshmatnezhad F, Nazar ARS 2020. Synthesis of Polycaprolactone Nanoparticles through Flow-Focusing Microfluidic-Assisted Nanoprecipitation. Chemical Engineering & Technology, 43(10): 2073-2082.

Lepeltier E, Bourgaux C, Couvreur P 2014. Nanoprecipitation and the “Ouzo effect”: Application to drug delivery devices. Advanced Drug Delivery Reviews, 71: 86-97.

Lince F, Marchisio DL, Barresi AA 2008. Strategies to control the particle size distribution of poly-ε-caprolactone nanoparticles for pharmaceutical applications. Journal of Colloid and Interface Science, 322(2): 505-515.

Łukasiewicz S, Mikołajczyk A, Błasiak E, Fic E, Dziedzicka-Wasylewska M 2021. Polycaprolactone Nanoparticles as Promising Candidates for Nanocarriers in Novel Nanomedicines. Pharmaceutics, 13(2): 191.

Othman R, Vladisavljević GT, Hemaka Bandulasena HC, Nagy ZK 2015. Production of polymeric nanoparticles by micromixing in a co-flow microfluidic glass capillary device. Chemical Engineering Journal, 280: 316-329.

Othman R, Vladisavljević GT, Nagy ZK 2015. Preparation of biodegradable polymeric nanoparticles for pharmaceutical applications using glass capillary microfluidics. Chemical Engineering Science, 137: 119-130.

Ramanujam R, Sundaram B, Janarthanan G, Devendran E, Venkadasalam M, Milton MCJ 2018. Biodegradable Polycaprolactone Nanoparticles Based Drug Delivery Systems: A Short Review. Biosciences Biotechnology Research Asia, 15(3): 679-685.

Rhee M, Valencia PM, Rodriguez MI, Langer R, Farokhzad OC, Karnik R 2011. Synthesis of Size-Tunable Polymeric Nanoparticles Enabled by 3D Hydrodynamic Flow Focusing in Single-Layer Microchannels. Advanced Materials, 23(12): 79-83.

Rivas CJM, Tarhini M, Badri W, Miladi K, Greige-Gerges H, Nazari QA, Rodríguez SAG, Román RA, Fessi H, Elaissari A 2017. Nanoprecipitation process: From encapsulation to drug delivery. International Journal of Pharmaceutics, 532(1): 66-81.

Rizvi SAA, Saleh AM 2018. Applications of nanoparticle systems in drug delivery technology. Saudi Pharmaceutical Journal, 26(1): 64-70.

Tiwari G, Tiwari R, Sriwastawa B, Bhati L, Pandey S, Pandey P, Bannerjee SK 2012. Drug delivery systems: An updated review. International Journal of Pharmaceutical Investigation, 2(1): 2-11.

Zanetti M, Mazon RG, de Meneses AC, Silva LL, de Araújo PHH, Fiori MA, Oliveir D 2019. Encapsulation of geranyl cinnamate in polycaprolactone nanoparticles. Materials Science and Engineering: C, 97: 198-207.

➢ ***ORAL PRESENTATION***

İlaç blister ambalaj atıkları ve şeker pancarı küspesinin piroliz ve ko-piroliz katı ürünlerinin karşılaştırmalı olarak incelemesi

Merve Serhan* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4248-4763*), Aysun Özkan (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0003-1036-7570*), Zerrin Günkaya (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-7553-9129*), Müfide Banar (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0003-2795-6208*)

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği, Eskişehir, Türkiye

*merveserhan@eskisehir.edu.tr

Özet

İlaç sektöründeki gelişmeler ve artan ilaç kullanımına bağlı olarak, tüketim sonrasında ortaya çıkan ilaç blister ambalaj atıkları kentsel katı atıklarla birlikte genellikle yer alarak düzenli depolama alanlarında ve daha düşük bir oranda insinerasyon ile bertaraf edilmektedir. Blister ambalajlar, ürün için gerçek kabarcıklara sahip olan plastik film (ağırlıkça %80-85) ve alüminyum kapak malzemesinden (ağırlıkça %15-20) oluşurlar. Kapak malzemesi (ağırlıkça %15-20) ambalajın dayanıklılığını artıran ve basınç altında kırılmasına izin verebilen metalik (genellikle alüminyum) bir folyodur, plastik şekillendirme filmi (ağırlıkça %80-85) ise çoğunlukla düşük maliyeti sebebiyle PVC yapıda olmakla birlikte PP, PET, PVDC gibi farklı yapılarda olabilmektedir. Son yıllarda artan ilaç kullanımına bağlı olarak ilaç blister ambalaj atıkları da artışa geçmiş ve araştırmacılar bu atıklara odaklanarak ilaç blister ambalaj atıklarından metalik ve plastik fraksiyonların geri kazanımı için çeşitli çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Bu noktadan hareketle bu çalışmada, karmaşık kompozit benzeri yapısı sebebiyle geri dönüşümü ve geri kazanımı oldukça zor olan ilaç blister ambalaj atıklarının bir başka tarımsal atıkla (şeker pancarı küspesi) birlikte piroliz edilmesi ve hem ambalajda bulunan alüminyumun geri kazanılması hem de daha etkin bir atık yönetim sisteminin değerlendirilmesi amacıyla şeker pancarı küspesi ve ilaç blister ambalaj atıkları, 10°C/dk ısıtma hızında 400, 450 ve 500°C sıcaklıklarda önce ayrı ayrı piroliz edilmiş olup daha sonra aynı ısıtma hızı ve sıcaklıklarda ko-piroliz işlemi uygulanmıştır. Her bir piroliz ve ko-piroliz prosesi sonrasında elde edilen katı ürünlerin karakterizasyonu için elementel analiz, XRD analizi ve klor analizi gerçekleştirilmiştir. Şeker pancarı küspesinin tek başına pirolizine kıyasla, ko-piroliz prosesinde, ilaç blister ambalaj atıklarında bulunan PVC varlığından kaynaklanan HCl emisyonlarının reaksiyonu hızlandırdığı, aynı zamanda ko-pirolizden kaynaklanan gaz emisyonlarının katı ve sıvı üründe tutulduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İlaç blister ambalaj atıkları, ko-piroliz, piroliz, şeker pancarı küspesi

Pyrolysis and co-pyrolysis solid comparative analysis of pharmaceutical blister packaging and sugar beet pulp

Abstract

Blister packages consist of plastic forming film (80-85% by weight) and aluminum closure material (15-20% by weight). The plastic forming film used in thermoform blister packaging is mainly shaped in PVC structure due to its low cost (Wang et al., 2015). Due to the developments in the pharmaceutical industry and the increasing use of drugs, the pharmaceutical blister packaging wastes generated after consumption are disposed of in municipal solid wastes by landfilling or incineration. Although many researchers have investigated the pyrolysis of plastic to obtain high quality petroleum products, PVC has generally been excluded from these experiments due to its adverse effects on pyrolysis products and catalysts. In the co-pyrolysis of PVC with solid biomass, PVC generally provided a positive synergy on solid residues. In this study, sugar beet pulp was used in the pyrolysis of PVC-containing pharmaceutical blister packaging waste. Sugar beet pulp and pharmaceutical blister packaging waste were first separately pyrolyzed at 400, 450 and 500°C at a heating rate of 10°C/min. It was then co-pyrolyzed at the same heating rate and temperatures. Characterization, elemental analysis, XRD analysis and chlorine determination of solid products formed after each pyrolysis and co-pyrolysis processes were performed. As a result, aluminum found in pharmaceutical blister packaging waste, which is very difficult to recover due to its complex composite-like structure, was recovered. Compared to the pyrolysis of sugar beet pulp alone, it was

concluded that in the co-pyrolysis process, HCl emissions caused by the presence of PVC in waste drug blister packages accelerate the reaction, while gas emissions from co-pyrolysis are retained in the solid and liquid product.
Keywords: Co-pyrolysis, pharmaceutical blister packaging, pyrolysis, sugar beet pulp

GİRİŞ

Son yıllarda hızla gelişme gösteren ilaç sektöründeki üretime paralel olarak, sağlık sektöründe sıkça kullanılan kapsüller veya tabletler tüketildikten sonra veya belirli sebeplerle (son kullanma tarihi geçmiş ilaçlar, eczanelerde stok birikimi sonucu bozulan ilaçlar, ilaç endüstrisinde ilaç üretimi sürecinden kaynaklanan ilaçlar ve ambalajları) kentsel katı atıklarla birlikte genellikle yer alarak düzenli depolama alanlarında ve daha düşük bir oranda insinerasyon ile bertaraf edilmekte ya da çevreye bilinçsizce atılarak ciddi problemler yaratmaktadır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019 yılında 4.101.155 kg atık ilaç toplandığını açıklamıştır. Bir ara depolama tesisinin verilerine göre ise, Türkiye'de 2 milyar kutu tablet ilaç üretilmekte ve sadece bunların ağırlığı 100 milyon kg'ı bulmaktadır (http 1, 2022). Blister ambalaj, 1960'larda katı ilaçları ambalajlamanın bir yolu olarak yaygınlaşmaya başlamıştır. Geleneksel cam veya plastik şişelerden çok daha üstün özellikleri olan blister ambalajlar, sızdırmazlık özelliklerine ek olarak farmasötikleri gazlardan veya nemden izole ederek daha iyi bir raf ömrü sağlarlar (Nieminen ve ark., 2020). Kapak malzemesi (ağırlıkça %15-20) ambalajın dayanıklılığını artıran ve basınç altında kırılmasına izin verebilen metalik (genellikle alüminyum) bir folyodur, ürün için gerçek kabarcıklara sahip olan plastik şekillendirme filmi (ağırlıkça %80-85) ise çoğunlukla düşük maliyeti sebebiyle PVC yapıda olmakla birlikte PP, PET, PVDC gibi farklı yapılarda olabilmektedir. Son yıllarda artan ilaç kullanımına bağlı olarak ilaç blister ambalaj atıkları da artışa geçmiş ve araştırmacılar bu atıklara odaklanarak ilaç blister ambalaj atıklarından metalik ve plastik fraksiyonların geri kazanımı için çeşitli çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Gente ve ark. (2003) tarafından termoform ilaç blister ambalaj atıklarından alüminyum ve plastik bileşenlerin ayrılmasını sağlamak için kriyojenik öğütme ile atıkların parçalanması ve ardından elektriksel ayırma testleri gerçekleştirilmiştir. Önerilen işlemlerden sonra hiçbir fraksiyon saf olmadığından, geri kazanılan materyallerin yeniden kullanımı ile ilgili olarak ek işleme hala ihtiyaç duyulduğu ve yöntemin uygulanması sırasında yüksek enerji tüketiminin olduğu vurgulanmıştır (Nieminen ve ark. 2020). Wang ve ark. (2015), ağırlıkça %14 alüminyum ve %86 PVC içeren ilaç blister ambalaj atıklarındaki alüminyumu PVC'den ayırmak için hidrometalurjik bir yöntem olarak hidroklorik asit (HCl) çözeltisi ile farklı sıcaklık, konsantrasyon, reaksiyon süresi, katı/sıvı oranı ve çalkalama hızının etkilerini incelemişlerdir. Optimum koşullar altında, Al'un geri kazanımı %100'e yakın olmuş ve ilaç blister ambalaj atıklarından Al ve PVC'nin tamamen ayrılması sağlanmıştır. Sodyum hidroksit çözeltisi kullanılarak yapılan benzer çalışmada da (Wang ve ark., 2015) ilk çalışmalarındaki sonuçlara benzer şekilde, Al ve PVC için mükemmel geri kazanım oranları (optimum koşullarda %100'e kadar) elde edilse de bileşenlerin geri kazanımında çevreye zarar veren aşındırıcı ajanların kullanımının bir dezavantaj olduğu vurgulanmıştır (Nieminen ve ark., 2020). Litvanya'daki yerel hastanelerde oluşan ilaç blister ambalaj atıklarından çok katmanlı yapının organik kısmını çözmek için ana işlem olarak değiştirilebilir hidrofilisite çözücüsü (DMCHA) kullanılmış, ardından ultrasonik işlem, santrifüjleme, kalsinasyon ve filtrasyon yöntemleriyle, ana element alüminyum olmak üzere %16,5 metalik fraksiyon ve ana polimerik fraksiyon PVC olmak üzere %81,2'sinin geri kazanıldığından bahsedilmiştir. Ayrıca geliştirilen yaklaşım ile 633 $/ton ekonomik fayda elde edilebileceği ve geri dönüşüm oranının yüksek (~%98) olduğundan da bahsedilmiştir. (Yousef ve ark., 2018). Nieminen ve ark. (2020) tarafından, yeşil çözücüler olarak kabul edilen derin ötektik çözücü (DES, laktik asit - kolin klorür) ve saf laktik asit kullanılarak alüminyum ve plastik fraksiyonların ayrılmasının uygulanabilirliğinin değerlendirildiği SEM-EDS analizinin sonuçlarına göre, alüminyum fraksiyonu, araştırılan farklı koşullarda laktik asit ile muameleden sonra görünüşte zarar görmemişken, DES işlemi alüminyumu aşındırarak alüminyum laktat oluşumuna neden olmuştur. Laktik asit işleminin plastik veya alüminyum üzerinde önemli bir hasar etkisi olmadığı için, mevcut haliyle oldukça umut verici bir ayırma teknolojisi olduğu ancak, alüminyum geri kazanımı ile ilgili kullanılan DES işleminin daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyduğundan bahsedilmiştir. Çözücülerin kullanıldığı kimyasal uygulamaların, yeşil çözücülerde bile (örn. değiştirilebilir hidrofiliklik, laktik asit ve DES) (Nieminen ve ark., 2020; Yousef ve ark., 2018) çözücülerin toksisitesi ve işlem sırasında gaz emisyonları nedeniyle henüz benimsenmediği, bu sebeple, endüstriyel ölçekte uygulamasının henüz olmadığı vurgulanmıştır (Yousef ve ark., 2021).

Bu bağlamda etkili ve ümit verici bir termokimyasal dönüşüm teknolojisi olarak piroliz; ürün verimini optimize etmek için proses parametrelerinin uygun şekilde kullanımına olanak tanıyan ve sonunda katı, sıvı ve gaz

atıklarının tamamının ürün olarak geri kazanılabildiği bir prosestir. Birçok araştırmacı yüksek kaliteli petrol ürünleri elde etmek için plastiğin pirolizini araştırmış olsa da genellikle PVC, piroliz ürünleri ve katalizörler üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı bu deneylerin dışında tutulmuştur. PVC atıklar çoğunlukla oldukça bol bulunan biyokütle atıklarıyla birlikte piroliz (co-pyrolysis) edilmiştir. Yine de ko-piroliz ürünlerinin özellikleri ve verimi ve negatif veya pozitif sinerji hammadde ve çeşitli proses seçeneklerine bağlı olsa da PVC'nin katı biyokütleyle ko-pirolizinde PVC genellikle, katı kalıntılar üzerinde pozitif bir sinerji sağlamıştır. Ahşap ve PVC'nin ko-pirolizi sırasında HCl emisyonunun ölçüldüğü piroliz deneylerinde, odundaki hemiselüloz varlığıyla Cl moleküllerinin çoğunun piroliz kalıntısına sabitlendiği, HCl emisyonunu önemli ölçüde azalttığı gözlenmiştir (Kuramochi ve ark., 2008). Czégény ve ark. (2015), odun-PVC karışımlarının ko-pirolizini incelemişler, ahşap numunesindeki selüloz içeriğinin PVC ile karıştırıldığında daha düşük sıcaklıkta ayrıştığını gözlemlemişlerdir. Tang ve ark. (2018) tarafından, soya fasulyesi ve PVC ko-piroliz özellikleri ve kinetik analizinin araştırıldığı çalışmada elde edilen sonuçlar, etkileşimin reaksiyonu hızlandırdığını göstermiş, PVC'den salınan HCl'in, depolimerizasyonu bastırmak ve yanma sürecini hızlandırmak için asit katalizörü olarak işlev görebileceğinden bahsedilmiştir.

Bu çalışmada ise, ülkemizde oldukça fazla ortaya çıkan şeker sanayi yan ürünü olan şeker pancarı küspesi ve ilaç blister ambalaj atıkları önce ayrı ayrı daha sonra da ko-piroliz edilmiş ve elde edilen katı ürün özellikleri karşılaştırılmıştır.

MATERYAL VE METOD

İlk aşamada, piroliz ve ko-piroliz prosesleri öncesinde reaktöre beslenecek olan atıklara ön işlemler uygulanarak analitik örnekler hazırlanmıştır. İlaç blister ambalaj atıkları toplandıktan sonra 10x10mm olacak şekilde boyutları küçültülmüştür. Şeker üretim prosesinde yan ürün olarak meydana gelen şeker pancarı küspesi, herhangi bir durulama-yıkama işlemi gerçekleştirilmeden etüvde kurutulmuş, ardından öğütülmüştür. Her iki atık türü için (Şekil 1), nem (ASTM D-3173), kül (ASTM D-3174), uçucu madde (ASTM E-897-82) ve sabit karbon tayinleri (ASTM D-3172), elementel analiz ve TG-dTG analizinden oluşan başlangıç analizleri yapılmıştır. Elementel analiz, Eskişehir Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Katı Atık Yönetimi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan LECO marka elementel analiz cihazı ile yapılmıştır. Termogravimetrik analiz (TG) ve türev termogravimetrik (dTG) analizleri, Eskişehir Teknik Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği bölümünde bulunan diferansiyel termal analizör (DTA) ile birleştirilmiş SETERAM, Labys TG-DTA/DSC termogravimetrik analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. İlaç blister ambalaj atıkları (solda) ve şeker pancarı küspesi (sağda)

İkinci aşamada, Eskişehir Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Katı Atık Yönetimi Araştırma Laboratuvarı'nda bulunan, Şekil 2'de gösterilen, 380 S paslanmaz çelikten imal edilmiş, 240 cm^3 hacimli, sabit yataklı Heinze tipi piroliz reaktöründe piroliz ve ko-piroliz çalışmaları yapılmıştır. İlaç blister ambalaj atıkları ve şeker pancarı küspesinin piroliz ve ko-piroliz proseslerinde 30 g analitik örnek ile çalışılmıştır. Piroliz proseslerinde atıkların her biri ayrı ayrı, ko-piroliz proseslerinde ise homojen olarak 1:1 oranında olacak şekilde hazırlanmıştır. Hazırlanan analitik örnekler, proses öncesi azot gazıyla süpürülmüş reaktöre yerleştirilmiştir. Piroliz ve ko-piroliz proseslerinde meydana gelen sıvı ürünlerin toplanması amacıyla reaktöre, sıvı ürün toplama kaplarının bağlantıları yapılmış ve sıvı ürün toplama kapları, buz banyosuna yerleştirilmiştir. 400, 450, 500°C sıcaklıklarda 10°C/dk ısıtma hızında, atmosferik basınçta, her biri üçer kez tekrarlı olmak üzere piroliz ve ko-piroliz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Sıvı ürün toplama kapları içinde biriken ürün diklorometan (DCM) çözücüsü ile yıkanarak alınmış ve IKA marka döner evaporatörde 40°C sıcaklık ve 40 rpm dönüş hızı ile DCM

uzaklaştırılarak prosesler boyunca meydana gelen sıvı ürün miktarları hesaplanmıştır. Reaktör haznesinde kalan kalıntı miktarı tartılarak katı ürün miktarı bulunmuştur. Toplanan sıvı ürünler gravimetrik olarak, gaz ürün verimi ise toplam kütle denkliğinden yararlanılarak başlangıç atık miktarı ile katı ve sıvı ürün farkından hesaplanmıştır. Verim hesaplarına göre katı ürün miktarı göz önünde bulundurularak optimum proses sıcaklığı belirlenmiştir. İlaç blister ambalaj atıklarının tek başına yapıldığı piroliz ve şeker pancarı küspesi ile birlikte yapılan pirolizden elde edilen ürünlerde klor tayini yapılmış olup, belirlenen optimum proses sıcaklığında meydana gelen katı ürünlerde elementel analiz ve XRD (X- Işını Kırınım Yöntemi) analizi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Piroliz reaktörü

Piroliz ve ko-piroliz prosesleri sonrasında meydana gelen katı ve sıvı ürünlerin klor tayinleri, ASTM E776-16 standardına göre yapılmıştır. Klor tayini iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiş olup, ilk aşamada IKA C 200 marka Kalorimetre ve ikinci aşamada ise HACH DR5000 marka Spektrofotometre cihazları kullanılarak her bir numune için sonuçlar spektrofotometrede üç tekrarlı olacak şekilde okunmuş ve çıkan sonuçların ortalaması alınarak katı ve sıvı ürünlerde bulunan klor miktarları belirlenmiş, başlangıç klor miktarından katı ve sıvı ürünlerin toplamı çıkarılarak gaz ürünlerin içerdiği klor miktarı hesaplanmıştır. Ürünlerin elementel analizleri başlangıç analizlerindeki gibi gerçekleştirilmiştir. XRD analizi, her bir kristal fazın kendine özgü atomik dizilimlerine bağlı olarak X- ışınlarını karakteristik bir düzen içerisinde kırması esasına dayanır. Her bir kristal faz için kırınımlar, o kristali tanımlamaktadır. XRD analizleri, Eskişehir Teknik Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği bölümünde bulunan, Rigaku miniflex 600 marka XRD cihazı ile, 3°-70°'lik 2θ tarama aralığında yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

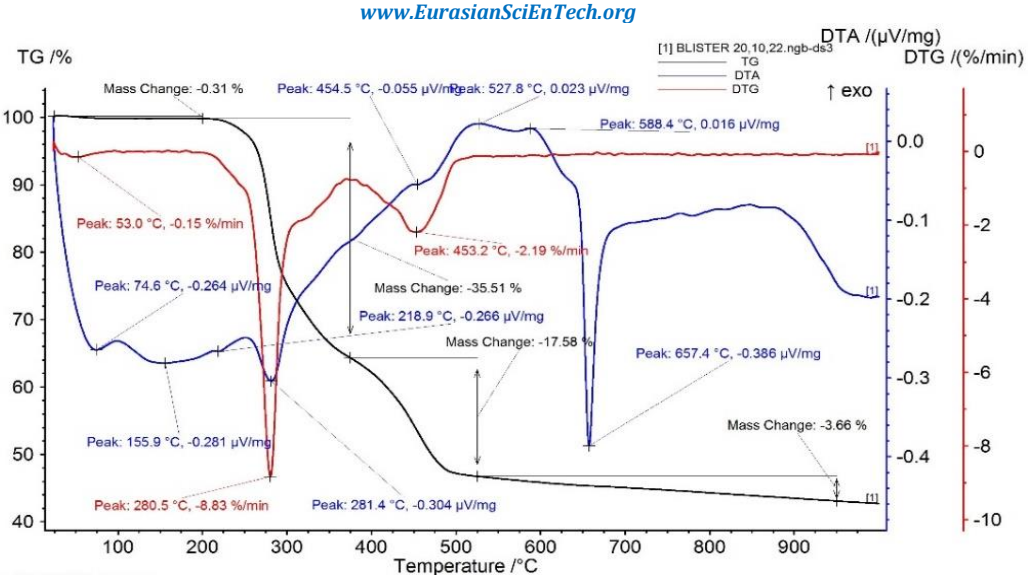
İlaç blister ambalaj atıkları ve şeker pancarı küspesi başlangıç analizleri

Tablo 1'de atıkların başlangıç analiz sonuçları verilmiştir. Şeker fabrikasından temin edilen şeker pancarı küspesinin etüvde kurutulmadan önceki nem içeriği %3,40, kurutma aşamasından sonra ise %0,18 'dir. Küspenin karbon açısından zengin bir biyokütle kaynağı olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Piroliz ve ko-piroliz prosesleri öncesinde atıkların başlangıç ve elementel analizleri

Parametre (%)	Şeker pancarı küspesi	İlaç blister ambalaj atıkları
Nem	0,18	0,00
Kül	2,97	34,95
Uçucu madde	11,18	35,65
Sabit karbon	85,67	29,40
Karbon	42,25	29,95
Hidrojen	6,29	4,63
Azot	3,79	1,67

Ağırlık ve enerji değişimlerini grafiksel olarak belirlemek amacıyla yapılan DTA-TGA analizi sayesinde, malzemelerde kristalografik dönüşümler, erime, bozunma, su kaybı gibi özellikler belirlenebildiğinden, çalışmada da bu analiz yapılmış ve Şekil 3'te atıkların TG-dTG eğrisi verilmiştir. İlaç blister ambalaj atıklarının ağırlık kaybı iki aşamada gerçekleşmiştir. Maksimum ağırlık kaybının gerçekleştiği ilk aşama, 220-380 °C aralıklarında olup, maksimum ağırlık kaybı 280,5°C'de meydana gelmiştir. Reaksiyonun ikinci aşaması 380-520°C aralıklarında gerçekleşmiştir. Oda sıcaklığından 900°C' ye kadar olan reaksiyon süresinde toplam kütle kaybı %57,06'dır.



Şekil 3. İlaç blister ambalaj atıklarının TG-dTG eğrisi

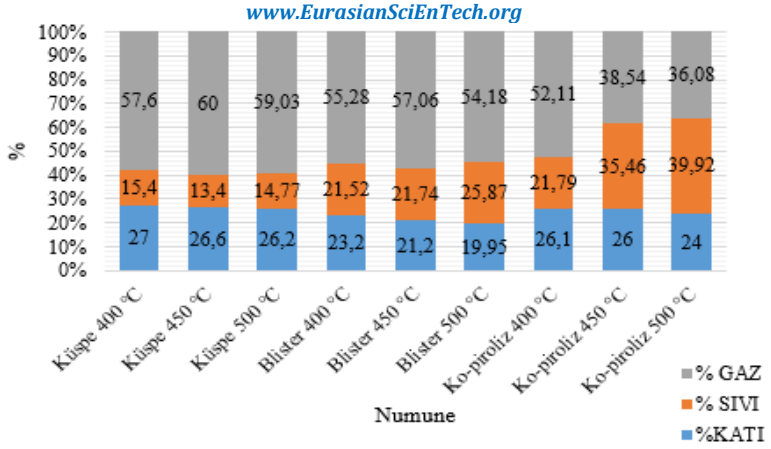
Katı ürünlerin karakterizasyonu

Klejnowska ve arkadaşlarının ilaç blister ambalaj atıklarının piroliz deneyleri öncesinde termogravimetrik çalışma ile belirledikleri proses sıcaklıkları (400, 425 ve 450 °C), ilaç blister ambalaj atıklarının TGA analizi ve atığın alüminyum içermesi sebebiyle alüminyumun erime noktası da (~ 660 °C) göz önünde bulundurularak piroliz ve ko-piroliz prosesleri için çalışma sıcaklıkları 400, 450 ve 500°C olarak belirlenmiştir. Tablo 2'de reaksiyon süresine bağlı olarak piroliz ve ko-piroliz proseslerinin sıcaklık değerleri verilmiştir. 400 °C'deki piroliz ve ko-piroliz proseslerinde 30. dakikadan sonra reaksiyonların başladığı, 40. Dakikada reaktörün gösterge sıcaklığı; şeker pancarı küspesinin pirolizinde 268°C, ilaç blister ambalaj atıklarının pirolizinde 322°C, şeker pancarı küspesinin tek başına pirolizine kıyasla ko-piroliz prosesinde ise ilaç blister ambalaj atıklarının varlığı reaksiyon sıcaklığını hızlı bir şekilde artırarak 315°C sıcaklığa ulaştırdığı görülmektedir. Tablo 2'den hareketle şeker pancarı küspesinin tek başına pirolizine kıyasla, ilaç blister ambalaj atıklarının pirolizi ve ko-piroliz proseslerinde reaktörün gösterge sıcaklığındaki değerlerin yüksek olması, ilaç blister ambalaj atıklarında düşük maliyeti sebebiyle ağırlıklı olarak PVC yapının kullanımına bağlı olarak piroliz ve ko-piroliz proseslerinde sıcaklığın artmasıyla birlikte meydana gelen HCl gazının katalizör görevi görerek reaksiyonu hızlandırabileceği ve ilaç blister ambalaj atıklarının alüminyum içermesine bağlı olarak alüminyumun ısı iletimi yüksek bir malzeme olmasına bağlanmıştır.

Tablo 2. 400°C' de piroliz ve ko-piroliz proseslerinde reaksiyon süresine bağlı olarak sıcaklığın değişimi

Reaksiyon süresi (dk)	Şeker pancarı küspesi pirolizi (°C)	İlaç blister ambalaj atıkları pirolizi (°C)	Ko-piroliz (°C)
0	19,3	19,8	18,7
10	23,5	25,4	24,6
20	62,6	68,1	67,8
30	141,8	172,1	170,8
40	268	322	315

Şekil 4'te prosesler sonrasında elde edilen katı, sıvı ve gaz ürünlerin verimleri verilmiştir. İlaç blister ambalaj atıklarından alüminyumun geri kazanımı hedeflendiği ve çalışmanın daha sonraki aşamalarda katı ürüne odaklanılacağından, maksimum katı ürün veriminin elde edildiği; şeker pancarı küspesinin pirolizi (%27), ilaç blister ambalaj atıklarının pirolizi (%23,2) ve ko-piroliz prosesi (%26,1) için 400 °C optimum sıcaklık olarak seçilmiş ve Tablo 3'te 400°C'de piroliz ve ko-piroliz proseslerinde elde edilen katı ürünlerin elementel analiz sonuçları verilmiştir. Ko-piroliz prosesinde, sıcaklığın artmasıyla birlikte sıvı ürün veriminde artış gözlenmiştir.

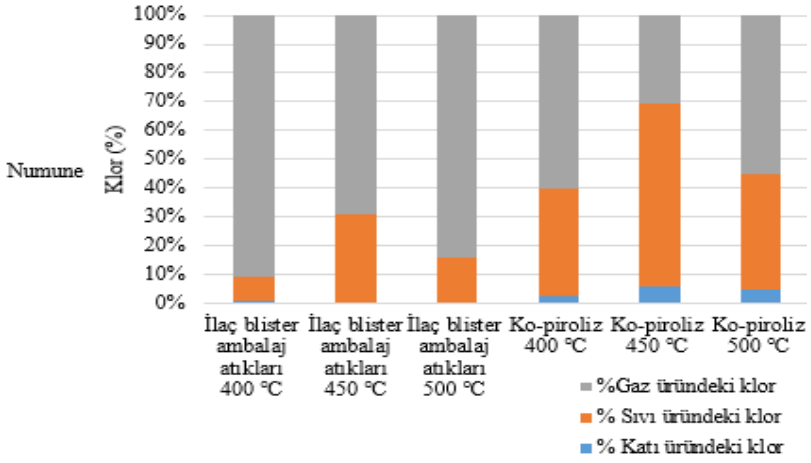


Şekil 4. 400, 450, 500 °C'de piroliz ve ko-piroliz proseslerinde elde edilen ürün verimleri

Tablo 3. 400°C'de piroliz ve ko-piroliz proseslerinde elde edilen katı ürünlerin elementel analizleri

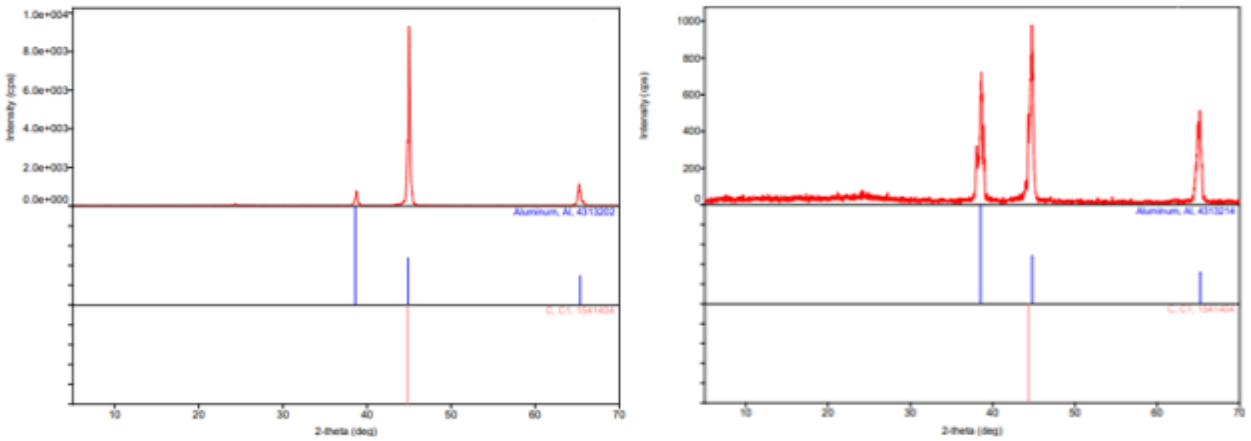
Parametre (%)	Şeker pancarı küspesi piroliz	İlaç blister ambalaj atıkları piroliz	Ko-piroliz
Karbon	72,10	16,70	41,00
Hidrojen	3,46	0,39	1,55
Azot	5,31	2,77	3,89

Şekil 5'te ko-piroliz prosesleri sonrasında ve ilaç blister ambalaj atıklarının pirolizi sonrasında elde edilen katı ve sıvı ürünlerin klor analizi sonuçları verilmiştir. İlaç blister ambalaj atıklarının başlangıç klor içeriği %26,22, şeker pancarı küspesinin başlangıç klor içeriği %0,040, ko-piroliz prosesinin başlangıç klor içeriği ise %16,91 olarak bulunmuştur (Şekil 5). İlaç blister ambalaj atıklarının pirolizinde sıcaklığın 450 °C'ye gelmesiyle katı ürünün içerdiği klor miktarı azalmış, sıvı ürün klor içeriği %2,08'den %8,12'ye çıkmıştır. Ko-piroliz prosesinde sıcaklığın 450°C'ye yükselmesiyle katı ürünün içerdiği klor miktarı, %0,48'den %0,99'a, sıvı ürün klor içeriği %6,26'dan %10,75'e çıkmıştır.



Şekil 5. 400, 450, 500 °C'de piroliz ve ko-piroliz proseslerinde elde edilen katı, sıvı ve gaz ürünlerin klor tayini

Şekil 6'da 400 °C'de ilaç blister ambalaj atıklarının pirolizi sonrasında elde edilen katı ürünlerin ve 400°C'de ko-pirolizde elde edilen katı ürünlerin XRD analizi sonuçları verilmiştir. Piroliz prosesi ile, karmaşık kompozit benzeri yapısı sebebiyle geri dönüşümü ve geri kazanımının oldukça zor olduğu ilaç blister ambalaj atıklarından alüminyum oksitlenmeden geri kazanılmıştır. Ko-piroliz prosesi sonucunda elde edilen katı üründe ise alüminyum ve karbon pikleri görülmektedir.



(a) (b)

Şekil 6. 400 °C'de ilaç blister ambalaj atıklarının pirolizinde elde edilen katı ürün (a) ve ko-piroliz katı ürünü (b) XRD analizi

SONUÇ

Bu çalışma ile, ilaç blister ambalaj atıkları ve şeker pancarı küspesi kullanılarak piroliz ve ko-piroliz proseslerinden elde edilen katı ürünlerin karakterize edilmesi amaçlanmıştır. Karmaşık kompozit benzeri yapısı sebebiyle geri dönüşüm ve geri kazanımının oldukça zor olduğu ilaç blister ambalaj atıklarından piroliz prosesi ile alüminyum geri kazanılmıştır. Piroliz ve ko-piroliz proseslerinde en yüksek katı ürün verimlerine 400°C sıcaklıkta ulaşılmıştır. İlaç blister ambalajlarında düşük maliyeti sebebiyle ağırlıkla PVC yapıların kullanımı, klor tayini ile analiz edilerek klorun mevcudiyeti doğrulanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 2210-C Yurt İçi Öncelikli Alanlar Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında TÜBİTAK ve 22ADP334 No'lu proje kapsamında Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Czégény Z, Jakab E, Bozi J, Blazsó M 2015. Pyrolysis of wood–PVC mixtures. Formation of chloromethane from lignocellulosic materials in the presence of PVC. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 113: 123-132.

Gente V, La Marca F, Lucci F, Massacci P 2003. Electrical separation of plastics coming from special waste. Waste Management, 23(10): 951-958.

https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/ilac_sanayi_kilavuzu(1).pdf [10.11.2022].

Klejnowska K, Pikoń K, Ścierski W, Skutil K, Bogacka M 2020. Influence of temperature on the composition and calorific value of gases produced during the pyrolysis of waste pharmaceutical blisters. Applied Sciences, 10(3): 737.

Kuramochi H, Nakajima D, Goto S, Sugita K, Wu W, Kawamoto K 2008. HCl emission during copyrolysis of demolition wood with a small amount of PVC film and the effect of wood constituents on HCl emission reduction. Fuel, 87(13-14): 3155-3157.

Nieminen J, Anugwom I, Kallioinen M, Mänttäri M 2020. Green solvents in recovery of aluminium and plastic from waste pharmaceutical blister packaging. Waste Management, 107: 20-27.

Tang Y, Huang Q, Sun K, Chi Y, Yan J 2018. Co-pyrolysis characteristics and kinetic analysis of organic food waste and plastic. Bioresource Technology, 249: 16-23.

Wang C, Wang H, Liu Y 2015. Separation of aluminum and plastic by metallurgy method for recycling waste pharmaceutical blisters. Journal of Cleaner Production, 102: 378-383.

Yousef S, Mumladze T, Tatariants M, Kriūkienė R, Makarevicius V, Bendikiene R, Denafas G 2018. Cleaner and profitable industrial technology for full recovery of metallic and non-metallic fraction of waste pharmaceutical blisters using switchable hydrophilicity solvents. Journal of Cleaner Production, 197: 379-392.

Yousef S, Eimontas J, Zakarauskas K, Striūgas N 2021. Microcrystalline paraffin wax, biogas, carbon particles and aluminum recovery from metallised food packaging plastics using pyrolysis, mechanical and chemical treatments. Journal of Cleaner Production, 125878.

➢ *ORAL PRESENTATION*

A small power energy unit design including built-in charger and BMS for industiral applications

Eren Küpcü[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8410-3207*), Remzi İnan[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1717-3875*), Arzu Türksoy[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1103-0822*) , Ömer Türksoy[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4620-4503*)

[*1]Assan EMS Technologies R&D, İstanbul, Turkey.
[2] Isparta University of Applied Sciences, Technology Faculty, Electrical and Electronics Engineering, Isparta, Turkey.
[3] İskenderun Technical University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Electrical and Electronics Engineering, İskenderun, Turkey.

*Corresponding author e-mail: remziinan@isparta.edu.tr

Abstract
Electric vehicles developed for both domestic, medical, and military applications in the industry need a portable source energy units implemented with Lithium-ion (Li-ion) cells. In these energy units, it is necessary to have both an internal charging unit and a battery management system providing the charge of the Li-ion cells in balance by voltage or state of charge (SOC) equalization. In this study, a small-power portable energy unit is designed by connecting 4 Li-ion cells in series and includes an built-in charger unit and a passive voltage balancing method-based BMS. In the proposed BMS, voltage-based passive balancing method is implemented in order to control the voltage status of 4 series connected cells during charging. Also a small power built-in charger is proposed by using general flyback converter topology in order to charge the battery pack from the grid which is operating at variable output voltage and constant output current. The performance of the energy unit realized with the BMS based on passively balancing the cell voltages and the built-in charger is tested in simulation. The charge and control performance of the built-in charger and passive cell voltage equalization-based BMS is tested in simulation with MATLAB Simulink Simspace.
Keywords: Passive cell balancing, Battery management system, Flyback converter topology.

INTRODUCTION

Lithium-ion (Li-ion) batteries have become popular with the developing technology on systems where energy can be stored (Milas and Tatakis, 2022). Battery packs are formed by connecting multiple batteries in series in order to provide the supply voltage threshold values required by purely electric vehicles produced for various purposes (Nazi and Babaei, 2021). In order to prevent cell voltage and state of charge (SOC) imbalances that may occur between cells connected in series, due to the manufacturing or charge and discharge, it is necessary to ensure the balance between cells by constantly monitoring the voltage or SOC conditions of each cell in order to safely charge the battery pack (Guo et al., 2021; Conway, 2021). Also, any voltage imbalance between cells can cause overvoltages and a drop to the deep voltage level during charging and discharging of the battery package (Lee and Cheng, 2005; Lee and Chang, 2006). Voltage and charge imbalance in the cells adversely affects the operating performance of the entire battery pack. For this reason, the design of battery management systems (BMSs), in which cell balancing and charge/voltage status monitoring are carried out, becomes imperative in order to ensure the efficiency of the lifetime of the cells and the stability in the operating performance (Kutkut et al., 2009; Einhorn et al., 2011; Mestrallet et al., 2012; Cassani and Williamson, 2009; Kim et al., 2014; Guo et al., 2021).

In order to eliminate this imbalance between cells, many BMSs have been proposed in the literature. These management systems are divided into two classes as active and passive balancing topology-based (Guo et al., 2021). The active balancing method is also called as nondissipative balancing while the passive one is called as dissipative balancing method in the literature (Zhang et al., 2017; Cao et al., 2008). The proposed topologies in the active balancing system are based on the energy transfer between cells, through the entire battery pack and modules contain various number of cells. As mentioned in Guo et al. (2021), the active balancing topology uses energy storage elements as capacitors, inductors, and transformers in order to achieve energy transfer. Also the active cell balancing is provided by using various converter topologies (Das et al., 2020). The switched capacitor-based method (Ye and Cheng, 2015) has small size and simple

and flexible controllability feature but it does not have high efficiency balancing ability. Although inductor-based equalization systems (Lee et al., 2018) have high balancing efficiency, they increase the complexity and the volume of the control system hardware. In LC-based equalization topology (Shang et al., 2020) where both inductor and capacitor are used, the low balancing speed and the need for magnetic materials and high voltage capacity switching elements reduce the possibility of choosing this method in BMS. The popularity of the transformer and especially flyback converter topology-based active balancing systems (Turksoy and Teke, 2023; Milas and Tatakis, 2022; Guo et al., 2021; Conway, 2021) continue to increase in the literature compared to other balancing systems due to their high isolation level, high balancing capacity and easy controllability.

Some criteria should be considered in the design of BMSs. These criteria can be listed as precision in determining the SOC or voltage levels of the cells, balancing speed, efficiency, cost and physical size, as mentioned in Milas and Tatakis (2022). Considering these criteria, if our primary design criteria are low cost, ease of control and feasibility with minimum circuit elements in small size, passive balancing topology comes to the fore especially in industrial BMS designs, despite the inefficient energy usage and low balancing speed.

In this study, a small-power portable energy unit which can be used as an energy source in both small-power industrial applications on domestic, military, and medical products is designed by connecting 4 Lithium-ion (Li-ion) cells in series and includes an built-in charger unit and a BMS based on passively balancing the cell voltages. In the proposed BMS, cell voltage-based passive balancing method is implemented in order to control the voltage status of 4 series connected cells during charging. In addition, a flyback converter topology-based small power built-in charger is proposed in order to charge the battery pack from the grid which is operating at maxsimum $16.8V$ output voltage and constant $3A$ output current. The performance of the energy unit realized with the passive voltage equalization-based BMS and the built-in charger is tested in simulation.

This paper is organized as follows: after the introduction the mathematial equations of the built-in battery charger designed with the flyback topology is given. After that the passive equalization-based BMS is introduced and the simulation results of the overall system which contains the 4 series connected Li-ion cells, built-in charger and BMS is given. At the and of the paper the conclusions are presented.

FLYBACK CONVERTER DESIGN FOR BUILT-IN CHARGER

Within the scope of this study, a charging unit with a maximum voltage of $16.8V$ and a constant current supply capacity of $3A$ is designed to charge the battery pack consisting of 4 cells connected in series. The reason why the maximum voltage value is determined as $16.8\ V$ is that the maximum voltage values of the Li-ion cells are $4.2V$. Moreover the reason why the design is created at a constant current limit of $3A$ is that the charging unit is realized at low cost and the battery pack is charged with a value close to the cell rated charge current. In addition, it is the use of flyback topology, which has an important place in the literature in low-power converter design and can be realized with less circuit elements and a simpler control algorithm, as stated in ElMenshawy and Massoud (2022), compared to other isolated converters.

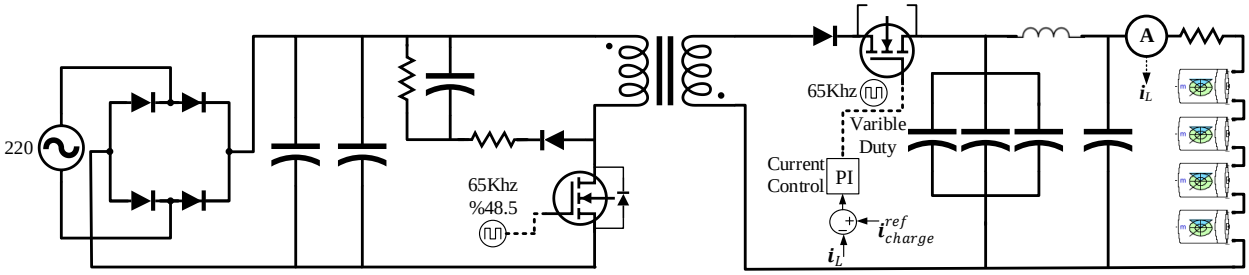


Figure 1. The flyback converter design for the built-in charger of battery package

The implemented built-in charger is seen in Fig.1. The charger is supplied from a single phase $220V\ 50Hz$ grid voltage and firstly this AC voltage is rectified with a bridge rectifier and then applied to the flyback converter as an input. The rectified voltage is filtered and regulated with filter capacitor at the entry of circuit. The regulated voltage is applied to flyback transoformer which has $11:1$ conversion rate. The storage energy in the primary side of the transformer is transfered to secondary winding of the transformer with N-channel MOSFET. Also there is a snubber circuit in the primary side of the transformer designed

for switching the mosfet under less voltage stress. There is a LC resonant circuit at the output of the converter in order to providwith the purpose of continuous output current. In addition, in order to keep constant the output current of the converter at $3A$, the load current is measured and feding back to PI type current controller which is used for switching an N-channel MOSFET with constant frequency and variable duty cycle. Thus, the load current control of the flycback converter is provided. Another point of attention in the design is that the duty cycle of the switching frequency of the mosfet on the primary side is determined below 50% in order to prevent the flyback transformer ferrite core from operating in the saturation region for discontinuous current mode (DCM) operation.

The mathematical expressions obtained in order to meet the design criteria and define the parameters during the design of the flyback converter are given below.

The turn ratio (n) of the flyback transformer is calculated from (1):

$$n = \frac{N_p}{N_s} = \frac{(V_{in} - V_{DS(on)})}{(V_{load} + V_f)} \frac{D_{max}}{1 - D_{max}} \tag{1}$$

where, N_p and N_s are the number of turns of primer and seconder windings, respectively. V_{in} is the input bus voltage of the converter obtained from the rectifier. $V_{DS(on)}$ is the voltage drop between drain and source of the MOSFET while the MOSFET is ON. V_{load} is the output voltage of the converter. V_f is forward bias voltage of the diode exist on the secondary side. D_{max} is the maximum duty cycle of the switching of the MOSFET positioned in primary side.

When the MOSFET on the primary side is cut off, the reflection voltage of the output voltage (V_R) on the input mosfet is determined as in (2):

$$V_R = (V_{load} + V_f) \frac{N_p}{N_s} \tag{2}$$

At duty cycle above 50%, the control structure of the flyback converter becomes unstable due to sub-harmonic oscillations. The maximum duty cycle is determined as given in (3):

$$D_{max} = \frac{V_R}{(V_{in_{min}} - V_{DS(on)})} + V_R \tag{3}$$

where, $V_{in_{min}}$ is the minimum input bus voltage of the converter.

The value of the magnetization inductance (L_m) where the energy to be transferred to the secondary side is stored is calculated as in (4):

$$L_m = \frac{(V_{in_{min}}^2 D_{max}^2)}{2 P_{in} f_s} \tag{4}$$

where, P_{in} is the input power of the flyback converter. f_s is the switching frequency of the primary windings of the flyback transformer.

It is sufficient to select a lower value than the calculated L_m value to ensure DCM operation. As a result of thiw, D_{max} of the switching frequency of the MOSFET is calculated again as in (5) and dead time is generated.

$$D_{max} = \sqrt{\frac{2 P_{in} f_s L_m}{V_{in}^2}} \tag{5}$$

Considering the new duty cycle ratio, duty ratio of the secondary rectifier diode (D_2) is calculated as in (6):

$$D_2 = \frac{N_p}{N_s} \frac{(V_{in} - V_{DS(on)}) D_{max}}{V_{load} + V_f} \tag{6}$$

The expected output voltage at the output load is calculated as in (7):

$$V_{load} = \left(\frac{N_s}{N_p} (V_{in} - V_{DS(on)}) \frac{D}{D_2} \right) - V_f \tag{7}$$

The peak current ($I_{p_{peak}}$) value passing through the MOSFET positioned in the primary side of the converter, which is one of the most critical parameters in flyback converter design, is determined as in (8):

$$I_{p_{peak}} = \frac{2P_{in}}{V_{in_{min}} D_{max}} \tag{8}$$

The average current ($I_{p_{avg}}$) value passing through the MOSFET positioned in the primary side of the converter is calculated from (9):

$$I_{p_{avg}} = \frac{I_{p_{peak}} D_{max}}{2} \tag{9}$$

The effective value of the current ($I_{p_{rms}}$) passing through the MOSFET positioned in the primary side of the converter is determined as in (10):

$$I_{p_{rms}} = I_{p_{peak}} \sqrt{\frac{D_{max}}{3}} \tag{10}$$

The input bulk capacitor, which has an importance in the stable operation of the flyback converter circuit, provides instant $I_{p_{peak}}$ and prevents the input bus voltage from collapsing. The value to be selected for this capacitor (C_{bulk}) is calculated as in (11):

$$C_{bulk} = \frac{D_{max} I_{p_{peak}} (1-0{,}5D_{max})^2}{2 f_s \Delta V_{in}} \tag{11}$$

N_p is calculated from (12):

$$N_p = \frac{L_m I_{p_{peak}}}{B_{max} A_e} \tag{12}$$

where, B_{max} is the maximum magnetizing flux density. A_e is the core cross-sectional area.

B_{max} value of the flyback transformer is obtained from (13) and it is preferred that its value is limitted with $300\ mT$ in the literature.

$$B_{max} = \frac{L_m I_{p_{peak}}}{N_p A_e} \tag{13}$$

The inductance value of the air gap (L_g) left between the ferrite cores is calculated as in (14) with inductance factor of the ferrite core (A_L). L_g allows us to manage the magnetic flux.

$$L_g = \mu_0 A_e \left(\frac{N_p^2}{L_m} - \frac{1}{A_L}\right) 10^3 \tag{14}$$

N_s is calculated from (15):

$$N_s = N_p \frac{1}{n} \tag{15}$$

The peak value of the seconder current ($I_{s_{peak}}$) passing through the rectifier diode located on the secondary side of the flyback transformer is calculated as given in (16):

$$I_{s_{peak}} = I_{p_{peak}} \frac{N_p}{N_s} \tag{16}$$

The effective value of the seconder current ($I_{s_{rms}}$) passing through the rectifier diode located on the secondary side of the flyback transformer is obtained from (17). Also the power loss on the rectifier diode is depend on $I_{s_{rms}}$.

$$I_{s_{rms}} = I_{s_{peak}}\sqrt{\frac{D_2}{3}} \tag{17}$$

While the mosfet on the primary side of the converter is conducting, the maximum reverse breakdown voltage value of the diode ($V_{d_{max}}$) located on the secondary side is calculated as in (18) and the reverse breakdown voltage strength of the selected diode should be higher than this value.

$$V_{d_{max}} = V_{load} + V_{in_{max}}\frac{N_s}{N_p} \tag{18}$$

The maximum voltage value that may occur between the drain and source terminals of the mosfet ($V_{DS_{max}}$) is determined as in (19), taking into account the leakage voltage ($V_{leakage}$) value, and the strength of the selected mosfet must be above this calculated value.

$$V_{DS_{max}} = V_{in_{max}} + V_R + V_{leakage} \tag{19}$$

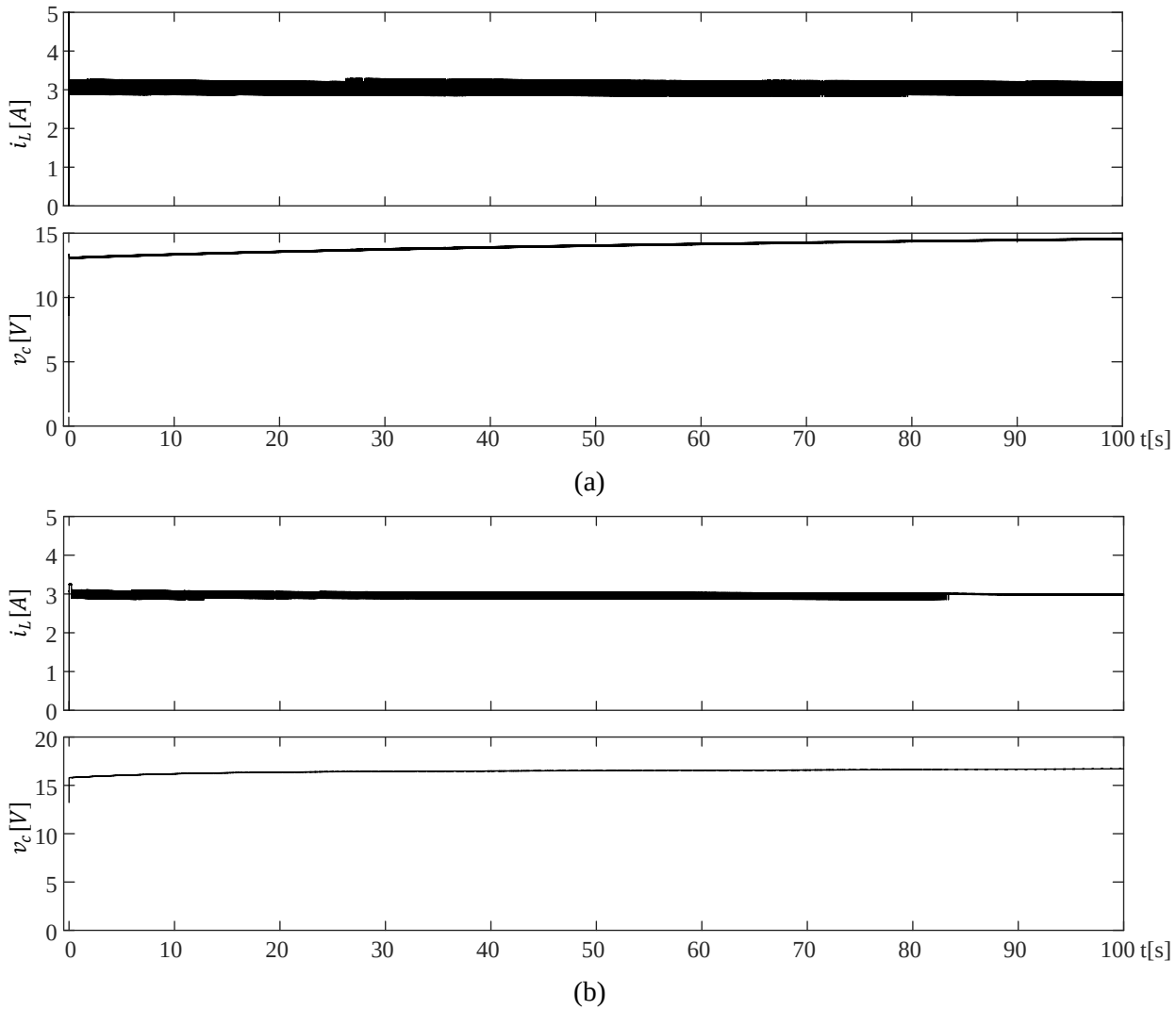


Figure 2. The flyback converter topolgy-based charger simulation results, a) Output charge voltage (v_c) and current (i_L) while low charged battery pack is connected to charger, b) $v_c$and i_L while almost fully charged battery pack is connected to charger

The current fluctuation on the output capacitor ($\Delta I_{cap_{out}}$) is calculated as in (20) respect to the $I_{s_{rms}}$ and load current (I_{load}). In case of insufficient current ripple level on the output capacitor, the capacitors are connected in parallel. As a result of parallel connection, the equivalent series resistance value decreases.

$$\Delta I_{cap_{out}} = \sqrt{I_{s_{rms}}^2 - I_{load}^2} \tag{20}$$

The capacity value of the output capacitor (C_{load}) is determined from (21):

$$C_{load} = \frac{I_{load} N_{cp}}{f_s \Delta V_{load}} \tag{21}$$

where, N_{cp} is the internal clock cycle coefficient and is taken as the 10-20 times of f_s.

The snubber resistor in the snubber circuit (R_{snb}) which is designed in order to prevent voltage spikes on the MOSFET due to the stored energy in primary winding leakage inductane of flyback transformer (L_{lp}) in the case that the MOSFET located on primary side is off, determined as in (22):

$$R_{snb} = \frac{V_s^2}{\frac{1}{2} L_{lp} I_{p_{peak}}^2 \frac{V_s}{V_s - V_R} f_s} \tag{22}$$

The power loss due to the snubber circuit (P_{snb}) is calculated as in (23):

$$P_{snb} = \frac{V_s^2}{R_{snb}} \tag{23}$$

The value of the snubber capacitor (C_{snb}) is selected according to the capacity value determined from (24):

$$C_{snb} = \frac{V_s}{\Delta V_s R_{snb} f_s} \tag{24}$$

The simulation results of the designed charging unit are given in Fig. 2. During the simulation tests, battery packs with two different initial SOC conditions are connected as separate loads. As can be seen from Fig. 2, it is verified that the designed charging unit is capable of delivering variable charging voltage and constant charging current under different load conditions.

Table 1. Parameter values of the flyback converter

$V_{in_{min}}$	V_{in}	$V_{in_{max}}$	V_{out}
195V	*220V*	*265V*	*16.8V*
I_{out}	f_s	D_{max}	V_R
3A	*65kHz*	*%48.5*	*185V*
L_m	N_p	N_s	L_g
950µH	*44 turn*	*4 turn*	*0.26mm*
B_{max}	C_{in}	A_l	C_{out}
0.25mT	*68µF*	*2700nH*	*2000µF*

As a result of all the calculations, the parameter values of the flyback converter design that meet the previously mentioned operating conditions are presented in Table 1.

PASSIVE VOLTAGE BALANCING-BASED BMS AND SIMULATION RESULTS OF THE WHOLE SYSTEM

In this study, a cell voltage-based passive balancing method is proposed in order to ensure balanced charging of 4 series connected Li-ion cells. In the BMS implemented by using cell voltage-based passive balancing method, each cell has an individual passive balancing circuit. In addition, a switch was used to cut the power supplied from the built-in charger unit during balancing. The small power battery pack design, which includes the proposed BMS and built-in charger unit using flyback converter topology, is shown in Fig. 3.

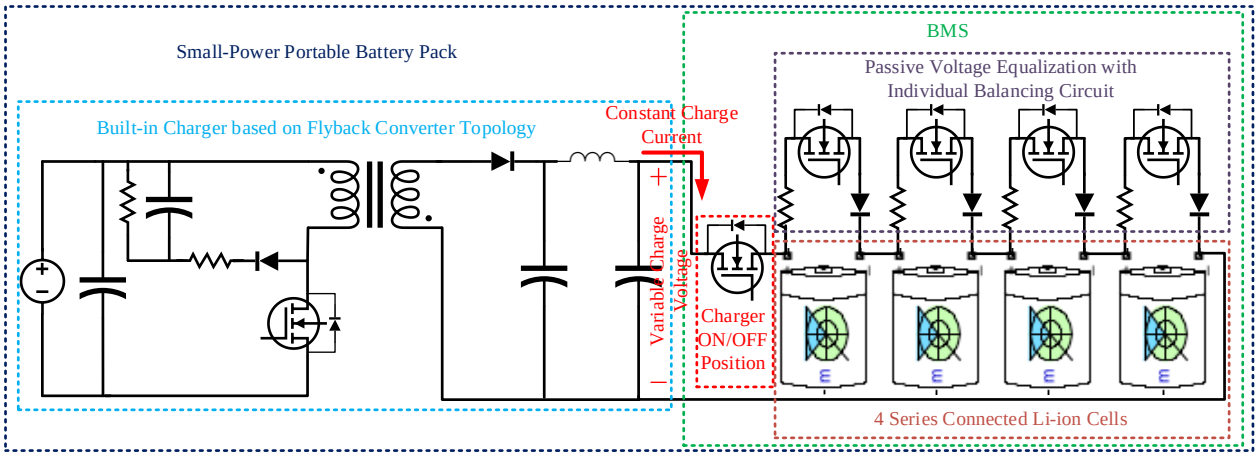


Figure 3. Small-power battery pack design with built-in charger and the BMS based on passively balancing the cell voltages

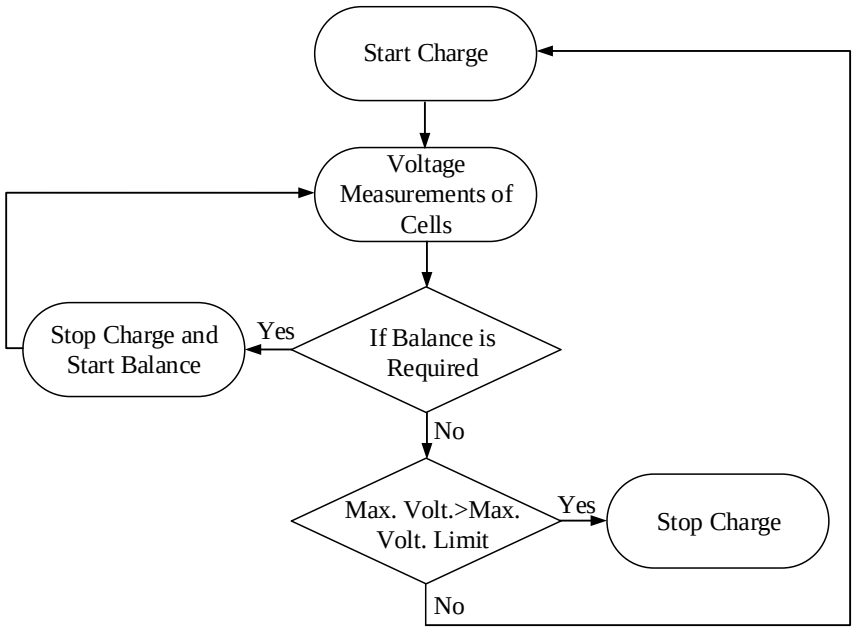


Figure 4. The block diagram of control algorithm of the proposed cell voltage-based passive balancing method

The Li-ion battery model used in the study carried out in the simulation has a nominal voltage of $3.6V$, capacity of $3.5Ah$, minimum threshold voltage of $2.7V$ and a maximum threshold voltage of $4.2V$. The control algorithm of the proposed cell voltage-based passive balancing method in this study is presented in Fig. 4.

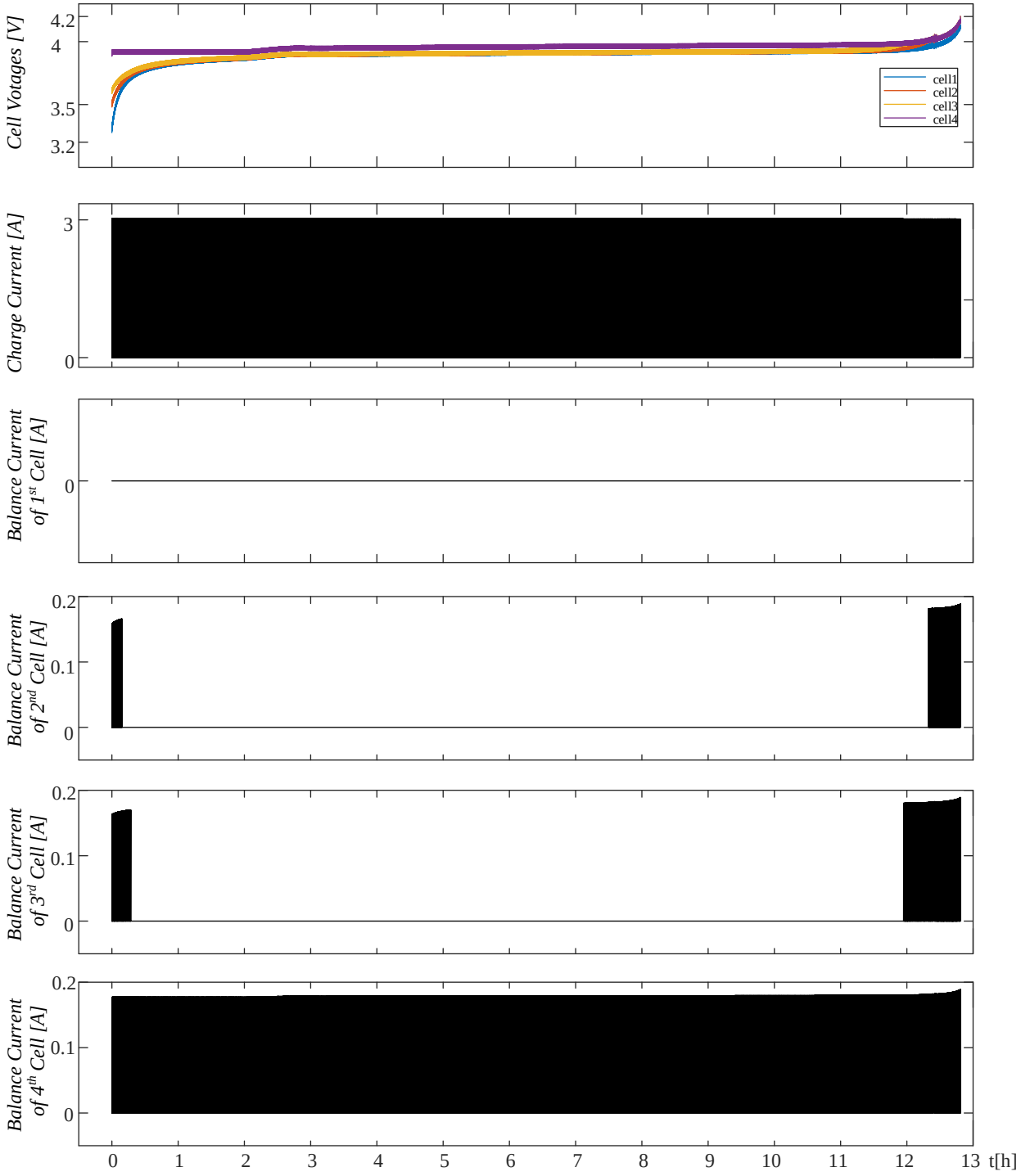


Figure 5. Simulation results of the proposed passive cell voltage balancing method-based BMS while charging the Li-ion cells

With the charging unit designed based on the flyback converter topology, the battery pack is charged even with variable charging voltage and constant $3A$ charging current. In the proposed BMS, the minimum voltage level for all cells is defined as $2.8V$, and no cell is subjected to balancing until the voltage of any of the cells reaches the threshold voltage level of $3.9V$. Thus, in the proposed BMS, the voltage equalization between the cells is performed only in the voltage range of $3.9V$ to $4.2V$. In the passive balancing method, which is based on the principle of equalizing the cell voltages, the voltage difference between the cell with the maximum voltage and the cell with the minimum voltage is monitored and determined during charging. This difference, which causes the voltage balancing process to start, is defined as $50mV$ for the BMS proposed in this study. In the passive balancing process performed between $3.9V$ and $4.2V$ voltage range, the balancing process starts as soon as the voltage difference between the cells reaches the determined threshold value. In this case, the cell voltage at the highest voltage level is discharged through the passive

balancing circuit until the voltage difference drops below the threshold value. Thus, the energy on the cell which has high voltage level is discharged as thermal loss. In the proposed BMS design, each cell has its own balancing circuit. In the balancing circuit, a high-power resistor connected to the cell in parallel with a MOSFET is activated and the discharge process is provided. Balancing current is kept in the range of $150mA$ to $200mA$ depending on the cell voltage status.

In Fig. 5, the control performance of the proposed BMS in the case of charging the battery pack at a constant charging current of $3A$ and the variation of the voltage level of each series cell during charging are given. In the simulation study, the initial SOC values of the cells so the initial voltage levels are assigned different from each other in order to test the performance of the passive balancing process in the proposed BMS. When the presented graphics are examined, it is seen that the proposed BMS control algorithm has stable structure. Considering these results, it is seen that the balancing process has an effective performance in the battery pack, the control algorithm has a good performance in the specified voltage limitations range, but it causes power loss during charging, as in all passive balancing systems.

CONCLUSION

In this study, a small power portable energy unit using Li-ion batteries for domestic, military, and medical applications is proposed by the authors and the performance of the built-in charging unit and BMS on the energy unit is tested in simulation.

In order to charge the battery pack, which is obtained by connecting 4 cells in series, with constant current and variable voltage, a charging unit is developed using a flyback converter topology which has high efficiency and control achievement performance in low power applications. Also, a BMS using cell voltage-based passive balancing method is proposed with the purpose of eliminating voltage imbalances during the charging of series connected Li-ion cells and to ensure that all cells are charged with equal voltage and to use the lifetime and capacity of the cells efficiently.

The performance test of the proposed energy unit is carried out by using the Li-ion cell model in Matlab Simulink Simpspace. As a result of all tests carried out in the simulation, it is understood that the proposed energy unit has a high performance and a remarkable practicality for small power industrial applications.

The proposed study is a first in the literature with these aspects. Future studies will be on real-time design of the proposed energy unit, whose performance is tested in the simulation, and testing it in different industrial applications.

REFERENCES

Cao J, Schofield N, Emadi A 2008. Battery balancing methods: A comprehensive review. 2008 IEEE Conference on Vehicle Power and Propulsion: 1-6.

Cassani PA, Williamson SS 2009. Feasibility analysis of a novel cell equalizer topology for plug-in hybrid electric vehicle energy-storage systems. IEEE Transactions on Vehicle Technology, 58: 369-376.

Conway T 2021. An Isolated Active Balancing and Monitoring System for Lithium Ion Battery Stacks Utilizing a Single Transformer Per Cell. IEEE Transactions on Power Electronics, 36(4): 3727-3734.

Einhorn M, Roessler W, Fleig J 2011. Improved Performance of Serially Connected Li-Ion Batteries With Active Cell Balancing in Electric Vehicles. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 60(6): 2448-2457.

Das UK, Shrivastava P, Tey KS, Idris MYIB, Mekhilef S, Jamei E, Seyedmahmoudian M, Stojcevski A 2020. Advancement of lithium-ion battery cells voltage equalization techniques: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 134: 110227.

Guo X, Geng J, Liu Z, Xu X, Cao W 2021. A Flyback Converter-Based Hybrid Balancing Method for Series-Connected Battery Pack in Electric Vehicles. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 70(7): 6626-6635.

Kim MY, Kim JH, Moon GW 2014. Center-cell concentration structure of a cell-to-cell balancing circuit with a reduced number of switches. IEEE Transactions on Power Electronics, 29: 5285-5297.

Kutkut NH, Wiegman HLN, Divan DM, Novotny DW 1999. Design considerations for charge equalization of an electric vehicle battery system. IEEE Transactions on Industry Applications, 35(1): 28-35.Lee S-W, Lee K-M, Choi Y-G, Kang B 2018. Modularized Design of Active Charge Equalizer for Li-Ion Battery Pack. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 65(11): 8697-8706.

Lee Y-S, Cheng M-W 2005. Intelligent control battery equalization for series connected lithium-ion battery strings. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 52(5): 1297-1307.

Lee Y-S, Cheng M-W 2006. Quasi-Resonant Zero-Current-Switching Bidirectional Converter for Battery Equalization Applications. IEEE Transactions on Power Electronics, 21(5): 1213-1224.

Medium-Voltage DC-DC Converter Topologies for Electric Bus Fast Charging Stations: State-of-the-Art Review. Energies, 15(15): 5487.

Mestrallet F, Kerachev L, Crebier JC, Collet A 2012. Multiphase interleaved converter for lithium battery active balancing. Conf. Proc. - IEEE Appl. Power Electron. Conf. Expo. - APEC 2012: 369-376.

Milas NT, Tatakis EC 2022. Fast Battery Cell Voltage Equaliser based on the Bi-directional Flyback Converter. IEEE Transactions on Transportation Electrification, Early Access: 1-1.

Nazi H, Babaei E 2021. A Modularized Bidirectional Charge Equalizer for Series-Connected Cell Strings. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 68(8): 6739-6749.

Shang Y, Zhang Q, Cui N, Duan B, Zhou Z, Zhang C 2020. Multicell-to-Multicell Equalizers Based on Matrix and Half-Bridge LC Converters for Series-Connected Battery Strings. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 8(2): 1755-1766.

Turksoy A, Teke A 2023. A fast and energy-efficient nonnegative least square-based optimal active battery balancing control strategy for electric vehicle applications. Energy, 262: 125409.

Ye Y, Cheng KWE 2015. A Modeling and Analysis of Series–Parallel Switched-Capacitor Voltage Equalizer for Battery/Supercapacitor Strings. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 3(4): 977-983.

Zhang Z, Gui H, Gu D-J, Yang Y, Ren X 2017. A Hierarchical Active Balancing Architecture for Lithium-Ion Batteries. IEEE Transactions on Power Electronics, 32(4): 2757-2768.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Al_2O_3-%40 TiO_2 Seramik toz partikül takviyeli polimer matrisli kompozit malzemelerin çentik darbe davranışlarının incelenmesi

Dilek Asi[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3291-3245*), Halit Gün[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8107-5036*)

[*1]Uşak Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Doğalgaz ve Tesisatı Teknolojisi Programı, Uşak, Türkiye
[2]Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Uşak, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:dilek.asi@usak.edu.tr

Özet

Polimer matrisli kompozit malzemeler denizcilik, raylı sistemler, yenilenebilir enerji sistemleri, uzay ve havacılık, savunma sanayii, otomotiv, inşaat, sağlık, müzik aletleri, spor ekipmanları gibi alanlarda tasarımın yapılacağı malzemelere kullanıldığı alana özgü üstün özellikler sağlaması bakımından günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu alanlarda kullanılan kompozit malzemelerin üstün fiziksel, mekaniksel ve kimyasal özelliklere sahip olmaları istenir. Polimer matrisli kompozit malzemelerin dayanım değerlerini artırmak için genellikle cam, karbon, aramid ve bor elyafı gibi takviye elemanları kullanılmaktadır. Polimer matrisli kompozit malzemelerin özellikle aşınma dayanımı özelliklerinde iyileştirme yapmak için takviye elemanlarına ilaveten çeşitli seramik toz partiküllerde ilave edilmektedir. Ancak, kompozit malzemelere ilave edilen seramik toz partiküllerinin malzemenin diğer özelliklerini nasıl etkilediğinin de araştırılması gerekmektedir. Özellikle, kompozit malzemelerin darbe dayanımlarının bilinmesi tasarım aşamasında önemli bir kriter olmaktadır. Bu çalışmada, cam elyaf takviyeli epoksi reçine matrisli kompozit malzemelerde ilave parçacık olarak kullanılan Al_2O_3–%40 TiO_2 seramik tozlarının karışım oranlarının üretimi yapılan malzemenin darbe dayanımı özelliklerine etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Kompozit malzemelerin üretimi için, takviye elemanı olarak 270 gr/m^2'lik dokuma kumaşlar, matris malzemesi olarak ise epoksi reçine kullanılmıştır. Üretimde epoksi reçine olarak Epikote Resin 828 Bisphenol-A-(Epichlorhydrin) ve sertleştirici olarak Epikure Curing Agent 875 kullanılmıştır. Karışım oranı 100:80'dir. Al_2O_3-%40 TiO_2 seramik tozları reçinenin içerisine % 0, %5, %10, %15 katkı oranlarında ilave edilmiştir. Kompozit malzemeler el yatırma yöntemi ile üretilmiştir. Üretilen kompozit malzemelerin elyaf ağırlık oranları ve porozite miktarları belirlenmiştir. Numunelerin Charpy çentik darbe dayanımı testleri ASTM D 6110 standardına göre yapılmıştır. Deneysel çalışmanın sonuçlarına göre; cam elyaf takviyeli epoksi matrisli kompozit malzemelerin üretimi esnasında reçine matris içine ilave edilen seramik tozların karışım oranlarının üretilen kompozit malzemelerin porozite miktarları ile darbe dayanımlarını önemli oranda etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Kompozit, Elyaf, Epoksi, Porozite, Darbe dayanımı

Investigation of notch impact behavior of Al_2O_3-40%TiO_2 ceramic powder particle reinforced polymer matrix composite materials

Abstract

Composite materials with polymer matrix are widely used today in terms of providing superior properties to the materials to be designed in areas such as maritime, rail systems, renewable energy systems, aerospace, defense industry, automotive, construction, health, musical instruments and sports equipment. Composite materials used in these areas are required to have superior physical, mechanical and chemical properties. Reinforcing elements such as glass, carbon, aramid and boron fiber are generally used to increase the strength values of polymer matrix composite materials. In addition to reinforcement elements, various ceramic powder particles are added to improve the abrasion resistance properties of polymer matrix composite materials. However, it is necessary to investigate how ceramic powder particles added to composite materials affect other properties of the material. In particular, knowing the impact strength of composite materials is an important criterion in the design phase. In this study, the effect of mixing ratios

of Al_2O3–40% TiO_2 ceramic powders, which are used as additional particles in glass fiber reinforced epoxy resin matrix composite materials, on the impact resistance properties of the material produced was experimentally investigated. For the production of composite materials, 270 gr/m2 woven fabrics were used as reinforcement and epoxy resin was used as matrix material. In production, Epikote Resin 828 Bisphenol-A-(Epichlorhydrin) was used as epoxy resin and Epikure Curing Agent 875 as hardener. The mixing ratio is 100:80. Al_2O3-40%TiO_2 ceramic powders were added to the resin at 0%, 5%, 10%, 15% additive rates. Composite materials are produced by hand lay-up method. Fiber weight ratios and porosity amounts of the produced composite materials were determined. Charpy notch impact strength tests of the samples were performed according to ASTM D 6110 standard. According to the results of the experimental study; it has been determined that the mixing ratio of ceramic powders added to the resin matrix during the production of glass fiber reinforced epoxy matrix composite materials significantly affects the porosity amounts and impact strength of the produced composite materials.

Keywords: Composite, Fiber, Epoxy, Porosity, Impact resistance

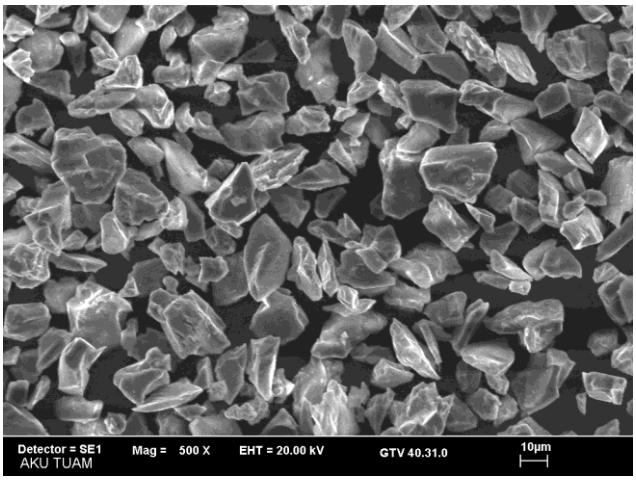
GİRİŞ

Günümüzde kompozit malzemeler sanayi, inşaat, sağlık, spor, müzik gibi birçok alanda tasarlanan malzemeye üstün özellikler kazandırması bakımından tercih edilmektedir. Bu alanlarda kullanılan kompozit malzemelerin fiziksel, kimyasal ve mekaniksel özelliklerinin istenilen özelliklerde olması beklenmektedir. Kompozit malzeme üretimi yapılırken kullanılacağı yerdeki istenilen özellikleri sağlaması için kompozit malzemelerde farklı takviye elemanları ile farklı matris malzemeleri kullanılmaktadır (Mazumdar, 2002, Strong, 2008). Ayrıca, kompozit malzemelerin mekaniksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla takviye elemanına ilaveten çeşitli seramik tozlar da kullanılmaktadır. Seramik toz ilavesi polimer matrisli malzemelerin mekaniksel özelliklerinin bazılarını olumlu bazılarını ise olumsuz yönde etkileyebilir (DeArmitt and Rothon, 2017, Fu ve ark. 2008). Kompozit malzemelere ilave edilen seramik toz partiküllerinin malzemenin özelliklerini nasıl etkilediğinin araştırılması gerekmektedir. Özellikle, kompozit malzemelerin darbe dayanımlarının bilinmesi tasarım aşamasında önemli bir kriter olmaktadır. Bu çalışmada, cam elyaf takviyeli epoksi reçine matrisli kompozit malzemelerde ilave parçacık olarak kullanılan Al_2O_3–%40 TiO_2 seramik tozlarının karışım oranlarının üretimi yapılan malzemenin darbe dayanımı özelliklerine etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Bu araştırma ile cam elyaf takviyeli polimer matrisli kompozit malzemelerde ilave parçacık olarak kullanılan seramik tozlarının karışım oranlarının üretimi yapılan malzemenin darbe dayanımına etkisini incelemek için, takviye olarak dokuma cam elyaf kumaşları, ilave parçacık olarak Al_2O_3–%40 TiO_2 seramik tozları kullanılmıştır. Dokuma kumaşlar ve tozlar üretici firmalardan hazır olarak temin edilmiştir. Dokuma kumaş olarak; hazır olarak satılan (woven) 270 gr/m^2'lik kumaşlar kullanılmıştır. Matris malzemesi olarak ise epoksi reçine kullanılmıştır. Kullanılan reçine olarak EPİKOTE Resin 828 (Momentive Marka) Bisphenol-A-(Epichlorhydrin), sertleştirici olarak Epikure Curing Agent 875 (Momentive Marka) Tetrahydromethylphthalicanyhydride kullanılmıştır. Karışım oranı 100:80'dir. Al_2O_3–%40 TiO_2 seramik tozlar matris malzemesi olan epoksi reçinenin içerisine %5, %10, %15 oranlarında ilave edilmiştir. Aşağıdaki Tablo 1'de çalışma kapsamında kullanılan seramik tozun özellikleri ve SEM görüntüleri verilmiştir.

Tablo 1. Seramik tozların özellikleri ve SEM görüntüsü.



Toz Bileşimi:	Al_2O_3–%40 TiO_2
Toz Boyutu :	-25+5 µm
Toz Geometrisi	Fused and Crushed (Ergitilmiş ve kırılmış)

Kompozit malzemelerin üretimi

Dokuma cam elyaf kumaş takviyeli epoksi reçineli seramik toz ilave parçacıklı kompozit malzemelerin üretimi için, öncelikle dokuma cam elyaf kumaşlar belli ölçülerde kesilmiştir. Matris malzemesinin hazırlanmasında, belirli oranlarda epoksi reçine ve sertleştirici karıştırıldıktan sonra uygulamaya geçilmesi için ısıtıcı bulunan bir kaba koyulmuştur. Bu ısıtıcı bulunan kapta epoksi reçine uygulanabileceği ideal sıcaklığa ulaşmıştır. Daha sonra reçine karışımına ilave edilmek üzere hassas terazide seramik tozlar %5, %10, %15 ağırlık oranlarında tartıldıktan sonra reçinenin içine ilave edilerek mekanik karıştırıcı ile homojen hale getirilmiştir.

Cam elyaflı dokuma kumaşlar el yatırma yöntemi ile kat kat matris malzemesi ile birleştirilmiştir. Matris malzemesi olan epoksi reçine-seramik toz karışımı bir rulo yardımı ile cam elyaflara uygulanmıştır. Daha sonra üzerine bir kat daha cam elyafı konulup tekrar epoksi reçine- seramik toz karışımı uygulanmıştır. Bu şekilde 15 kat dokuma cam elyaftan oluşan kompozit malzeme oluşturulmuştur. Malzemeler 15 MPa basınçta ve 120 °C sıcaklıkta 3 saat boyunca preste kalmıştır. Elde edilen kompozit plakaların ölçüleri yaklaşık olarak 50cm x 50cm x 2.5mm'dir. Üretilen kompozit malzemelerin elyaf ağırlık oranını belirlemek için kalsinasyon deneyi, porozite miktarlarını belirleme, çentik darbe davranışlarının belirlenmesi için de Charpy çentik darbe deneyleri yapılmıştır. Her bir deney yönteminde 5 adet deney yapılmış ve ortalama değerler alınmıştır. Çalışma kapsamında yapılan deneyler ile ilgili ayrıntılı bilgiler aşağıda verilmiştir.

Kalsinasyon deneyi

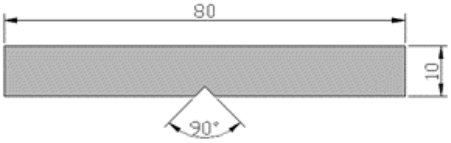
Üretilen kompozit malzeme plakaların elyaf ağırlık oranlarının belirlenmesi için, TS 1177 EN ISO 1172 standardına göre uygun numuneler hazırlanarak, numunelerin kalsinasyon deneyleri sonucunda yüzde ağırlık oranları bulunmuştur.

Yoğunluk deneyi ve porozite değerlerinin belirlenmesi

Üretilen kompozit malzemelerin yoğunluk değerleri ASTM D 792 standardına göre belirlenmiştir. Kompozit malzemelerin yoğunluk değerlerini tespit ederken Precia marka yoğunluk ölçüm cihazı kullanılmıştır. Numunelerin porozite değerlerinin tespiti ASTM D 2734 standardına göre yapılmıştır.

Çentik darbe deneyi

Kompozit malzemelerden hazırlanan numunelerin charpy çentik darbe deneyleri ASTM D 6110 standardına göre oda sıcaklığında yapılmıştır. Aşağıdaki Şekil 1'de çentik darbe deneyinde kullanılan numunelerin ölçüleri ve deney cihazının resmi verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 1. Çentik darbe deney numunelerinin, (a) Ölçüleri

(b) Deney cihazının genel görünüşü.

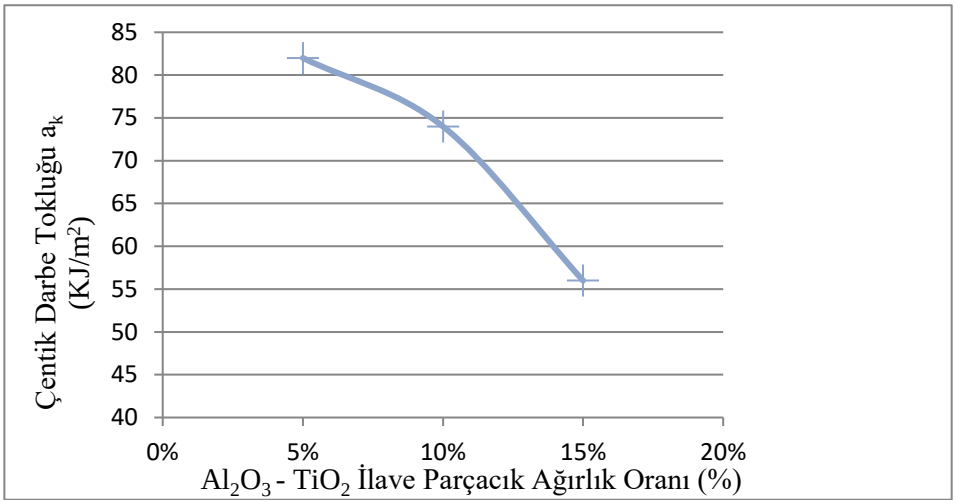
BULGULAR VE TARTIŞMA

Üretilen kompozit malzemenin kalsinasyon deneyi, yoğunluk deneyi ve porozite ölçüm değerlerinin tespiti ile darbe deneyi sonucunda elde edilen değerler aşağıdaki Tablo 2'de verilmiştir.

Üretilen kompozit malzemelerin özellikleri değerlendirildiğin de; epoksi reçine içine ilave edilen seramik toz takviyesi arttıkça üretilen kompozit malzemelerin kalınlıklarının arttığı, yoğunluk ve porozite değerlerinin yükseldiği tespit edilmiştir. Seramik toz takviyesi %5, %10, %15 olarak üretilen kompozit malzemelerin yüzde ağırlıkça elyaf oranlarının sırasıyla %72, %71,%70 olduğu, seramik toz ilavesi yüzdesi azaldıkça elyaf ağırlık oranının arttığı tespit edilmiştir. Kompozit malzemelerin yoğunluklarının 1.927-1.954-1.981 (gr/cm³) olduğu, en düşük yoğunluk miktarının seramik toz ilavesi yüzdesel olarak en az olan numunelerde meydana geldiği tespit edilmiştir. Kompozit malzemelerde porozite miktarının (%2.61-%2.74-%3.60) olduğu tespit edilmiştir. En yüksek porozite miktarının (%3.60) %15 seramik toz ilaveli numunelerde meydana geldiği bulunmuştur. Kompozit malzemelerde porozite miktarının yüksek olması genel olarak malzemenin mekaniksel özelliklerini olumsuz olarak etkilemektedir. Kompozit malzemelerin çentik darbe deneyleri sonucunda elde edilen çentik darbe tokluğu değerlerinin seramik toz ilavesi miktarına göre değişimi aşağıdaki Şekil 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Üretilen kompozit malzemenin fiziksel ve mekaniksel özellikleri.

Kompozit malzemenin üretiminde kullanılan seramik tozlar ve özellikleri	Seramik Toz İlave Oranı (%)	Kalınlık (mm)	Numunenin Yoğunluğu (gr/cm³)	Porozite (%)	Elyaf Ağırlık Oranı (%)	Çentik Darbe Deneyi Kırılma Tokluğu ak (KJ/mm²)
Al_2O_3 – % 40 TiO_2 (-25+5 µm) (Fused and Crushed)	5	2.21	1.927	2.61	72	82
	10	2.23	1.954	2.74	71	74
	15	2,31	1.981	3.60	70	56



Şekil 2. Üretilen numunelerin çentik darbe deneyi çentik darbe tokluğu değerleri

Malzemelerin Charpy çentik darbe deneyi sonucunda elde edilen sonuçlarına göre; genel olarak kompozit malzemenin içine ilave edilen seramik toz takviye oranı arttıkça kompozit malzemenin çentik darbe tokluk değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, cam elyaf takviyeli epoksi matrisli kompozit malzemelerde ilave parçacık olarak kullanılan Al_2O_3-%40 TiO_2 seramik tozlarının karışım oranlarının üretimi yapılan malzemenin darbe dayanımı özelliklerine etkisini incelemek için deneysel olarak yapılan çalışmaların sonucunda aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir.

- Epoksi reçine içine ilave edilen seramik toz takviyesi arttıkça üretilen kompozit malzemelerin kalınlıklarının arttığı, yoğunluk ve porozite değerlerinin yükseldiği tespit edilmiştir.
- Kompozit malzemelerin charpy çentik darbe deneyi sonucunda elde edilen sonuçlarına göre; kompozit malzemenin içine ilave edilen seramik toz takviye oranı arttıkça kompozit malzemenin çentik darbe tokluk değerlerinde azalma meydana gelmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Uşak Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü Birimi tarafından 2014/TP011No'lu projesiyle desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

ASTM D792-13,2013. "Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement", ASTM International, West Conshohocken, PA.

ASTM D2734-16, 2016. "Standard Test Methods for Void Content of Reinforced Plastics", ASTM International, West Conshohocken, PA.

ASTM D6110-18, 2018."Standard Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics", ASTM International, West Conshohocken, PA.

DeArmitt C, Rothon R. 2017. *Particulate Fillers, Selection and Use in Polymer Composites.* Editor:Rothron R. Fillers for Polymer Applications, 3-27, Switzerland, Springer.

Fu SY, Feng XQ, LaukeB, Mai YW. 2008. " Effects of particle size, particle/matrix interface adhesion and particle loading on mechanical properties of particulate–polymer composites". *Composites Part B:Engineering*, 39(6), 933-961.

Mazumdar SK. 2002. *Composites Manufacturing: Materials, Product and Process Engineering.* New York, USA, CRC Press.

Strong AB. 2008. *Fundamentals of Composites Manufacturing: Materials, Methods, and Applications.* Dearborn, Michigan, SME.

TS 1177 EN ISO 1172, Tekstil - Cam Takviyeli Pâstikler –Prepregler, Kalıplama Hamurları ve Lâminatlar – Tekstil -Cam ve Mineral Dolgu Muhtevasının Tayini – Kalsinasyon Metotları.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Soil water content estimation in irrigation management applications using probabilistic and energy-based models with 2.4-GHz in-situ microwave transmitters.

Selçuk YAZAR[1]* (ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-6567-4995)

[*1] Kırklareli University, Engineering Faculty, Software Engineering Department, Kırklareli, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: selcukyazar@klu.edu.tr

Abstract

The determination of soil properties by remote and proximate measurement techniques is critical to the efficient use of an important resource such as water. In recent years, there has been an increasing interest in the determination of soil moisture content based on time series, especially with artificial neural networks and time series forecasting. Probabilistic methods, and particularly the development of energy-based models, offer a different perspective on this topic than the time series analytic techniques currently in use. In this study, we aimed to determine the soil moisture status of a soil sample with a given pH value directly using 2.4 GHz signal levels and energy-based models without using an in-situ probe. In particular, we found that density estimation and score matching methods can successfully find the soil moisture level. This method does not require a specific sensor; the amount of soil moisture can be reliably measured by the change in signal levels over time.

Keywords: Water Management, Soil Moisture, Energy-Based models, Score Matching, Irrigation Information Management

INTRODUCTION

Food security is crucial and strategically important for nations given the expected climate crisis, water scarcity, and population growth. With increasing temperatures, efficient use of water resources has become more important. However, smart irrigation methods are becoming increasingly important. Considering the expected climate crisis, water scarcity and population growth, food production is of critical and strategic importance for countries. It also causes the problem of shallow water-table accumulation. Especially in countries such as the Middle East and North Africa, uncertain rainfall regimes increase the dependence on irrigated agriculture. Because of the damage that excess water can cause, various drainage methods are applied. But excessive drainage can lead to water deficit, nutrient leaching and water use inefficiency due to poor irrigation systems, all leading to reduced yields and negative environmental and economic impacts. In addition to damages to the soil, uncertainty in water management also stresses plants, and the importance of water increases, especially during growth stages such as root development.

The risk of water scarcity is a threat that has a direct impact on food security. Depending on water management, smart irrigation systems in agricultural operations are important to manage these risks. Nowadays, in-situ and remote sensing technologies are often used in efficient irrigation techniques. A crucial component of agricultural enterprises and food security is irrigation that is applied at the appropriate time and in the necessary amount.

In arid regions, many factors affect irrigated agriculture, including water scarcity, urbanization, soil salinization and degradation, in addition to population growth and climate change. In order to determine the geographical water requirements, water management needs certain spatially distributed variables related to soil, vegetation, and meteorological characteristics. Remote sensing (RS) methods are widely used in many water management studies (He, Kimball et al. 2019, Masoud 2020). RS data with a variety of spatial, spectral and temporal resolutions enables the study of different land covers at various scales. However, instantaneous and site-specific application data is generally available for a fee. Such data processing procedures also impose a certain cost on agricultural production. Remote sensing also plays an important role in irrigation management, especially in the detection of evaporation. Here, it is required to collect data with temperature sensors as well as to use time-dependent data to anticipate the future. In the last 20 years, a considerable amount of model proposals and work has been done in this area. Salcode et al. Investigated the relationship between salinization and the use of different water sources (Pedrero Salcedo, Pérez Cutillas

et al. 2022). In particular, they showed that there is a link between thermal measurement results and soil salinity. Salcode's research has focused on greenhouse production. In another study, the salinity level and its effect on irrigated agriculture due to environmental factors in areas where mostly fruit is grown were examined (Salcedo, Cutillas et al. 2022). In yet another study, a model was proposed to detect salinity due to irrigation methods in semi-arid areas through the electrical conductivity of the soil (Aboelsoud, AbdelRahman et al. 2022). These techniques incorporate laboratory values from the field into statistical models that employ data from remote sensing. To track the impacts of irrigation in irrigated agricultural areas, numerous more studies (Mougenot, Pouget et al. 1993, Gorji, Sertel et al. 2017, Farah, Algouti et al. 2021), have been carried out. Soil salinization and increased sodicity are key factors affecting food safety.

In addition to remote sensing systems, water management and irrigation system research carried out with in-situ environmental measurements show a great momentum. The collection and processing of this data, especially with wireless sensor networks technology and Internet of Things approaches, is frequently used in agricultural activities for food production (Santos, Vicente et al. 2022). In similar studies, the main components are divided into two groups. Smart irrigation systems consist of controllers and sensors. By setting up a wireless sensor network, data collected in a purpose-built manner is routed to controllers for decision-making. Controllers usually act on the basis of soil moisture and ambient climatic conditions. Decision systems process data with machine learning statistical methods. In the Mediterranean and surrounding countries, proper and conscious irrigation is an important issue, especially in fruit cultivation. In a study with sensor networks (Hamouda, Sirera et al.), the distribution of water in the soil by micro-irrigation methods was investigated by establishing a moisture-based network. Another study focused on cost optimization for the solution of irrigation methods with the Internet of Things. With the help of simulation, it is aimed to use water efficiently by finding the most suitable path to be determined for irrigation (Khelifa, Amel et al. 2015).

In this study, soil water content detection is investigated using probabilistic and energy-based artificial intelligence models of time series data obtained directly from microwave signals instead of in-situ moisture sensors. The energy-based model method, which is gaining popularity these days, is suggested as a solution.

MATERIALS AND METHODS

Approaches applied in the determination of soil moisture can be categorized under two headings. Measurement of moisture and estimation of measured moisture in other non-measurable areas. Measuring soil moisture is today possible with remote and proximate sensors. As a product, many devices are available in the market. In this study, we aimed to detect moisture directly with the signals of devices communicating in the Bluetooth communication standard. Since these signals are obtained from a wireless device that is not specialized in any way for measuring moisture, the cost is much lower. In the processing and forecasting of time-dependent data, methods such as Long-Short Term Memory (LSTM) and Gated Recurrent Units (GRU), which have become standard today, are frequently used. These methods are used to predict the information measured by sensor data on a time-forward basis. Spatial extrapolation involves spreading data from multiple sensors over general surfaces using geostatistical methods.

Personal Area Networks

Bluetooth technology operates in the 2.4 GHz Industrial, Scientific and Medical (ISM) frequency band like other communication technologies based on the 802.15.4 standard, especially in short distance communication. Bluetooth Low Energy (BLE), a version developed in recent years for short-range communication in Internet of Things applications, is an ideal choice for power-sensitive sensor devices thanks to its low power consumption and low cost. BLE can be incorporated into a wide range of applications such as sensor-enabled environmental and healthcare monitoring (Al Mamun and Yuce 2019, Ghori, Wan et al. 2019, Wu, Wu et al. 2019), smart home and automation (Ali and Ali 2019), indoor localization (Nagarajan, Shanmugam et al. 2020), tagging and proximity-based services such as Near Field Communication (NFC) or Radio Frequency Identification (RFID) (Wang, Zhou et al. 2019). In BLE technology, in "Advertiser" mode, devices can announce data to their surroundings without establishing any connection. This process has very low power consumption. This means that BLE devices can operate for more than 5 years on coin-sized batteries. (Darroudi, Caldera-Sànchez et al. 2019). In BLE, there are three classes of devices with radio transmission power specified as 100mW (20dBm), 2.5mW (4dBm) and 1mW (0dBm). For Class 3 devices with 0dBm radio transmission power, the communication distance exceeds 10 meters and for 20dBm the communication distance exceeds 100 meters. Class 3 devices have a maximum output power of 1mW. The CC2541 System-on-Chip (SoC) BLE platform from Texas

Instruments (TI) was used during the experiments conducted in the paper. This platform has the capabilities of a small computer thanks to its 2.4-GHz RF transceiver, on-chip 8051 microcontroller, 256 KB programmable memory, 8KB RAM and peripherals. The TI CC2541 was preferred because it is a low-cost chip that is readily available in the market.

Probabilistic and Energy-Based Models

Energy-based models in machine learning are basically a form of Gaussian type Restricted Boltzmann Machines. They are generally described as non-normalized probabilistic models. This approach models distributions by associating non-normalized probability densities. An energy-based model is a probabilistic model governed by an energy function that describes the probability of a given state. Energy Based Models (EBMs) capture dependencies by associating a scalar energy (a measure of fitness) with each configuration of variables. Inference, i.e. making a prediction or decision, consists of determining the value of the observed variables and finding the values of the remaining variables that minimize energy. Learning is the process of finding an energy function that associates lower energies with correct values of the remaining variables and higher energies with incorrect values. The energy function, which maps an input-label pair to a scalar energy, also provides a way for the model to select and filter out parts of the input that are relevant to the classification at hand. To measure the quality of the energy functions, a loss function is used that minimizes the energy value during learning (Lecun, Chopra et al. 2006, Hinton 2012).

This inference/learning framework allows the design of many types of statistical models, both probabilistic and non-probabilistic, with a wide choice of energy functions and loss functions. Most probabilistic models can be viewed as special energy-based models where the energy function satisfies certain normalizability conditions and the loss function optimized through learning has a certain form.

Suppose we observe the values of a random vector defined as $\chi \epsilon \mathbb{R}^d$. Assume that this vector also has a probability density function denoted by $O_\theta(x)$. The probability function $O_\theta(x)$ can be expressed as a Boltzmann distribution as follows;

$$O_\theta(x) = \frac{\exp\left(-E_\theta(x)\right)}{Z(\theta)} \qquad (1)$$

Where E_θ is the defined energy function. The energy function maps a vector or data point defined as x $\in \chi$ to a scalar value. $Z(\theta)$ is the normalization constant referring to the input x. $Z(\theta)$ can be defined in the following form.

$$Z(\theta) = \int_x \exp\left(-E_\theta(x)\right) \qquad (2)$$

In expressions 1 and 2, θ represents the learnable parameters. An energy function is expected to assign low energy values to samples drawn from the data distribution and high values otherwise. Z(θ), defined as the normalization constant, is difficult to estimate. To overcome this difficulty, Markov Chain Monte Carlo (MCMC) sampling methods, which exploit Langevin dynamics and Gibbs sampling, are commonly used (Radford 2011). For the learning or inference process, loss functions are used to compare the expected results with randomly generated data. Based on these data, the probability density function and the energy function can be represented as O(Y, Z) and E(Y,Z), where Y denotes the observations and Z the transient generated values.

In this type of learning, Score matching is another approach used to learn non-normalized statistical models, such as energy-based ones. Based on minimizing the distance between the derivatives of the log-density functions of the data (a.k.a., scores) and the model distributions (Lim, Vollmer et al. 2022).

Data Collection

In this study, we used a soil sample with a pH value of 5.3 to determine soil water content. No special selection study was carried out for properties such as texture, hardness, clay content, etc. that may be present in the soil sample. However, the sample is a medium clay soil sample. We placed beacons with a Texas Instruments CC2541 BLE chip in the container where the soil sample was placed a depth of 10 cm in the soil and in a horizontal plane. Beacon devices have "inverted F" shaped antennas and produce an approximately spherical electromagnetic field. The BLE receiver device is the BLE receiver on the Raspberry Pi3 board. Received Signal Strength Indicator (RSSI) values of the beacons with MAC addresses were recorded over the Raspberry platform at 15 seconds intervals for eight weeks over the network. During this period, 200 ml of water with the same chemical properties was added to the soil sample on the same

day and time of the week. In addition, a hole with a diameter of 0.3 cm was drilled in the bottom of the container where the soil sample was kept, and the soil was allowed to drain the excess water into the plates underneath.

Models

In the process of forecasting time series, forecasts using modern Artificial Neural Networks (ANN) show a very superior performance. (Carvalho, Soares et al. 2019). ANN models can work with high dimensional data and multivariate data and provide adequate solutions for a variety of classical problems. This technology is preferred in many industrial applications such as sensing and predictive control. In many similar approaches, regressive models together with LSTM and GRU methods have been applied and used very successfully. The alternative to these classical models is based on forecasting time series using probabilistic methodsOne of these approaches is State-Space models. These models provide a framework for modeling and learning about trends in data and time series such as seasonality (Durbin and Koopman 2012, Seeger, Salinas et al. 2016). In the DeepState method, a recurrent neural network is used to parameterize a linear State-Space model. This parameterization allows the model to automatically extract features and learn complex temporal patterns. Thanks to the success of the method, it is one of the main models used in the GluonTS platform. This platform is mainly used for probabilistic time series applications (Alexandrov, Benidis et al. 2020).

RESULTS

In the first stage, we analyzed the data collected in this study by considering the days when water was added to the soil. When we look at the mean of these values, we observe that the amount of water in the soil has a pattern with the signals collected from the beacon. The graph of the average values obtained is shown in Figure 1.

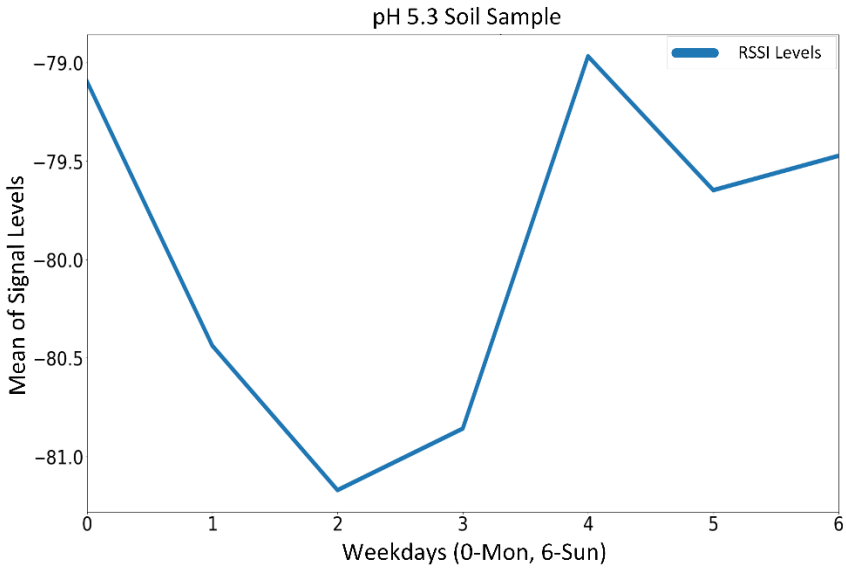


Figure 1. Means of signal levels according to the days water was added to the soil sample.

As seen in Figure 1, there is a change in the signals after the addition of water to the soil sample on the 1st day of the week. From there, we used this data to feed our DeepState model. We measured the Root Mean Square Error (RMSE) as a loss function during our model. The loss models used in such probabilistic models play an important role in determining the best prediction in the dataset. In the DeepState model, unlike other classical regression models based on classical and deep learning, targeted values are not used as direct input. The aim here is to find out how close the observed values and the values to be obtained are probabilistically. The graphs of the results we obtained with the DeepState model are shown in Figure 2.

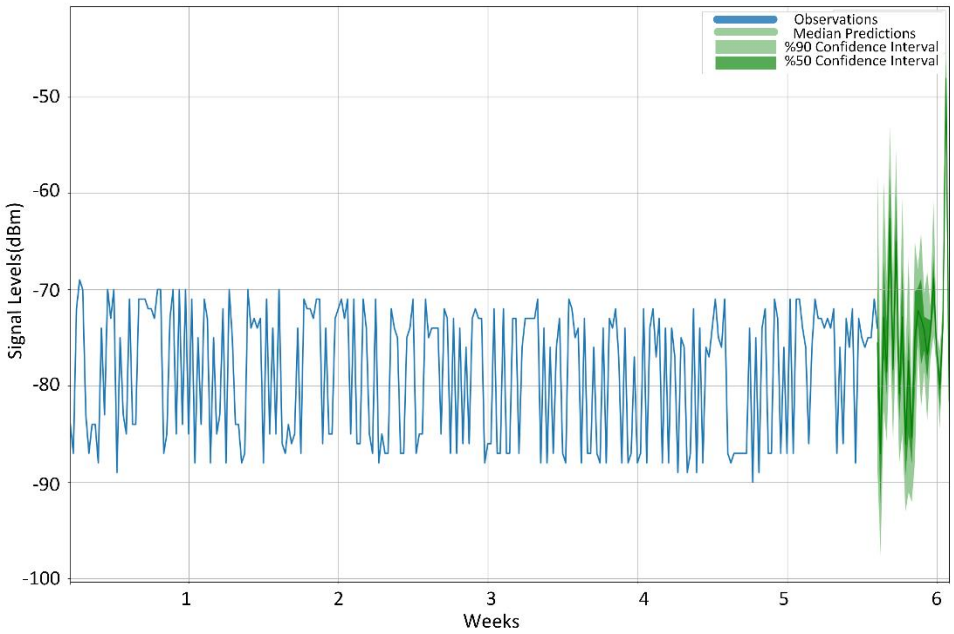


Figure 2. Estimation of measured signal levels from the soil sample with the DeepState model at 50% and 90% confidence intervals.

In some ways, the DeepState model is also an energy-based model. In this study, the probabilistic forecasting method is taken one step further and energy-based models are also used to predict moisture level. In EBM, firstly, the acquired microwave signal data is passed through an encoder and its size is changed. This procedure provides a method to be compared with randomly generated noise values. The methodology here is scoring. A scoring function was used to determine how close the measured data and the generated noise data were to each other, and this process was continued until the difference between them was minimal. In this process, an energy function and a simple artificial neural network were used to process the signal data for scoring control. The working principle of the system is shown in Figure 3.

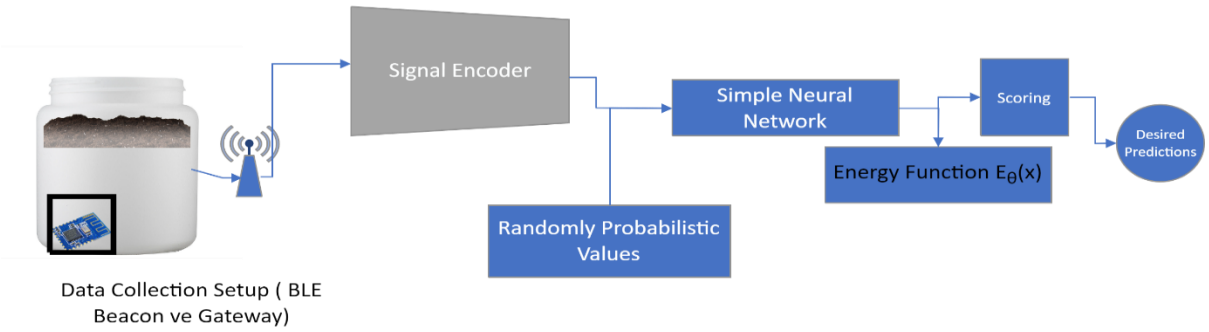


Figure 3. Schematic of the measurement experiment system in general. Operation of the energy-based model in particular.

A generative modeling approach was applied in the study. The aim is to define an energy-based model (EBM) that captures the dependencies between variables by assigning a scalar value to the realization of the observed variables. The function of the variable configuration with respect to a scalar value should assign low values to possible occurrences and high values to unexpected occurrences. One of the main objectives of applications working on such generative models is to find the appropriate generating function. The better the function, the more it will produce latent data that matches the observed values. It is the loss function that ensures the quality of the relationship between the observed values and the results obtained as a result of the learning process. The closer the value of the loss function is to 0, the more successful the learning process is. There are loss functions used in many Energy-based models (LeCun, Chopra et al. 2006). Score-matching algorithms are another way of finding the learnability parameters of energy functions expressed in θ (Hyvärinen and Dayan 2005). Score matching (SM) is an alternative to the maximum likelihood principle suitable for non-normalized probability density models whose partitioning

function is intractable. There are also different approaches to the SM method. In this study, four different score-matching loss functions found in the literature were used to find the soil moisture value. One of these is the Sliced Score Matching (SSM) method. This method, which is particularly applicable to high-dimensional data as opposed to low-dimensional datasets, uses a method of generating random vectors and then comparing them. It gives successful results in variation extraction in latent distributions and autoencoder applications (Song, Garg et al.). Another approach is the Deep Energy Estimator (DEEN) method. It aims to obtain a function for noise-reducing autoencoders that converts randomly generated noise data back to observed data (Saremi, Mehrjou et al. 2018). In this study, this method was found to be the most successful. The DEEN function can be described as follows.

$$E(x;\ \theta) = MLP(x;\theta) \qquad (3)$$

In equation 3, MLP refers to the output of a Multilayer Perceptron network with input x and learning (weight) parameters θ. The MLP function converts $\mathbb{R}^d$ inputs into $\mathbb{R}$ scalar values. The MLP function here is used as the layer that parameterizes the energy function defined in equation 3 using the score value denoted by $\psi\ (x;\ 0) = -\frac{\partial E(x;\theta)}{\partial x}$. The DEEN function was previously obtained in the Parzen density score comparison method (Vincent 2011) using a Gaussian kernel. The logarithmic value in the original function is replaced by a partial derivative and a σ hyper-parameter. Thus the function is expressed in the form:

$$\mathcal{L}_{DEEN}(\theta) = \mathop{\mathbb{E}}_{(x,\xi)\sim J} \left\| x - \xi + \sigma^2 \frac{\partial E(\xi;\theta)}{\partial \xi} \right\|^2 \qquad (4)$$

In equation 5 σ^2 is the smoothing parameter and $\frac{\partial E(\xi;\theta)}{\partial \xi}$ is the non-cyclic directed matching. x is the values close to the curve of possible desired values obtained with the energy function and ξ is the Gaussian "noise" added to the training data.

The best results obtained from the EBM experiments conducted in this study are shown in Figure 4. The results here are the outputs of the DEEN function and the energy-function of the spherical randomly generated data distribution. As can be seen in Figure 4, the data received from the beacons in the soil sample were converted from one-dimensional to two-dimensional with the help of an encoder and a visual presentation was created. It converts the time series value received from the encoder into a tensor object and increases the dimension to score matching for measurements. In the artificial neural network used in the study, after linear transformation of the input data, there is a SWISH activation function and a 0.5 dropout layer. Experiments with both the probabilistic model and the energy-based model lasted for 50 epochs. The loss function values obtained as a result of these processes are given in Table 1. Since the methods are different here, the types of loss functions that can be applied are different. However, DEEN loss function values gave very good results.

Table 1. Results obtained with both probabilistic and energy-based model.

Loss Functions	**RMSE**	**DSM**	**SSM**	**SSM-VR**	**DEEN**
Model					
Deep-State	9.484674	-	-	-	-
EBM	-	99.98	-0.06082	-0.0775	0.009947

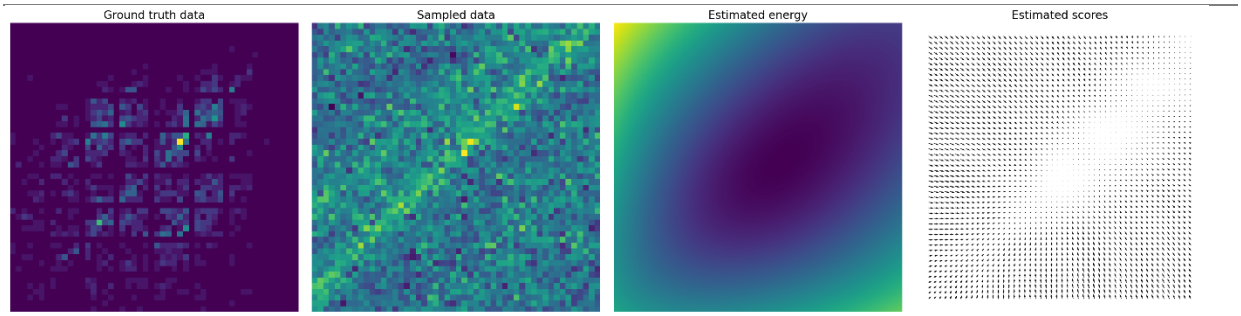


Figure 4. Estimated energy values and scores of the soil signal data obtained in the energy-based model with DEEN loss function.

As seen in Figure 4, the expected energy values and score values were obtained close to the distribution of signal values.

DISCUSSION

As a result of the experiments on the soil sample, it was observed that the soil moisture level could be successfully estimated with the help of the signal values obtained. Like other time-dependent approaches in the literature, the results of the methods applied here are satisfactory. Although the RMSE value measured with the DeepState model remains high compared to the other EBM experiment, it is at an acceptable level. However, especially the scoring model with the DEEN loss function gave very good results. The method applied here differs from other methods of determining moisture either remotely or by taking instantaneous measurements in the soil in that it requires monitoring of data collection over time. Naturally, the amount of moisture on the soil surface is not expected to change instantaneously depending on ambient conditions and soil water saturation. Considering that water loss is spread over a certain time interval, it has shown that the methods used here can also be used to determine the moisture level in a certain time interval.

The features of some of the studies that use remote and near sensing methods and machine learning methods are shown in the Table 2. However, these studies only include methods focused on moisture measurement. The study shows that 1mW BLE signals can also be used successfully in soil surface moisture measurement. The main advantage of this approach is that beacon costs are considerably lower than for specialized instruments. It will also ensure that device losses and failures in the field can be easily ignored. Components such as BLE/Zigbee that are readily available and generate signals are very low cost.

Table 2. Comparison table for similar studies on soil moisture estimation by time series method.

Author(s)	Soil Moisture Detection	Measurement Level	Method	Loss Function
Souissi R. et al. (Souissi, Zribi et al. 2022)	in-Situ (probes)	Surface Moisture and Root Level Moisture	The multilayer perceptron (MLP)	RMSE
D. Liu et al. (Liu, Liu et al. 2022)	Ex-Situ (Satellite)	Surface Moisture	neural network regression model	RMSE
Abbes B. Et al.(Ben Abbes and Jarray 2022)	Ex-situ (Satellite)	Surface Moisture	Random Forest (RF)-Convolutional neural network (CNN)	RMSE
Pal P. Et al. (Pal, Tripathi et al. 2022)	in-Situ	Surface Moisture	artificial neural network (ANN) and bidirectional long short term memory network (BLSTM)	RMSE
Proposed Study	in-Situ (BLE signal Levels)	Surface Moisture	Energy-Based Model and Probabilistic Model	RMSE-DEEN(Best Result)

CONCLUSION

It is predicted that the estimation of water level will be more successful in general when the soil sample properties used in this study are diversified. It is possible to develop a more successful energy function approximation if the model is processed with soil samples that reflect the general characteristics of farmed open fields. It is also a method that can easily be used both in rural areas and in greenhouse areas close to cities with gateway devices with various microcontroller components. In particular, LoRaWAN will make it possible to monitor water levels using wide area communication systems such as LTE.

REFERENCES

Aboelsoud, H. M., et al. (2022) Quantitative Estimation of Saline-Soil Amelioration Using Remote-Sensing Indices in Arid Land for Better Management. Land **11**, DOI: 10.3390/land11071041

Al Mamun, M. A. and M. R. Yuce (2019). "Sensors and systems for wearable environmental monitoring toward iot-enabled applications: A review." IEEE Sensors Journal **19**(18): 7771-7788.

Alexandrov, A., et al. (2020). "GluonTS: Probabilistic and Neural Time Series Modeling in Python." J. Mach. Learn. Res. **21**(116): 1-6.

Ali, M. H. and N. K. Ali (2019). "IoT based security system and intelligent home automation multi monitoring and control systems." IAES International Journal of Robotics and Automation **8**(3): 205.

Ben Abbes, A. and N. Jarray (2022). "Unsupervised self-training method based on deep learning for soil moisture estimation using synergy of sentinel-1 and sentinel-2 images." International Journal of Image and Data Fusion: 1-14.

Carvalho, T. P., et al. (2019). "A systematic literature review of machine learning methods applied to predictive maintenance." Computers & Industrial Engineering **137**: 106024.

Darroudi, S. M., et al. (2019). "Bluetooth mesh energy consumption: a model." Sensors **19**(5): 1238.

Durbin, J. and S. J. Koopman (2012). Time Series Analysis by State Space Methods, Oxford University Press.

Farah, A., et al. (2021). "Mapping of soil degradation in semi-arid environments in the ouarzazate basin in the south of the central High Atlas, Morocco, using sentinel 2A data." Remote Sensing Applications: Society and Environment **23**: 100548.

Ghori, M. R., et al. (2019). Bluetooth Low Energy 5 Mesh Based Hospital Communication Network (B5MBHCN). International Conference on Advances in Cyber Security, Springer.

Gorji, T., et al. (2017). "Monitoring soil salinity via remote sensing technology under data scarce conditions: A case study from Turkey." Ecological Indicators **74**: 384-391.

Hamouda, F., et al. Design and validation of a soil moisture-based wireless sensors network for the smart irrigation of a pear orchard.

He, M., et al. (2019). "Satellite data-driven modeling of field scale evapotranspiration in croplands using the MOD16 algorithm framework." Remote Sensing of Environment **230**: 111201.

Hinton, G. E. (2012). A Practical Guide to Training Restricted Boltzmann Machines. Neural Networks: Tricks of the Trade: Second Edition. G. Montavon, G. B. Orr and K.-R. Müller. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg**:** 599-619.

Hyvärinen, A. and P. Dayan (2005). "Estimation of non-normalized statistical models by score matching." Journal of Machine Learning Research **6**(4).

Khelifa, B., et al. (2015). Smart irrigation using internet of things. 2015 Fourth International Conference on Future Generation Communication Technology (FGCT).

LeCun, Y., et al. (2006). "A tutorial on energy-based learning." Predicting structured data **1**(0).

Lecun, Y., et al. (2006). A tutorial on energy-based learning. Predicting structured data. G. Bakir, T. Hofman, B. Scholkopt, A. Smola and B. Taskar, MIT Press.

Lim, J. N., et al. (2022). "F-EBM: Energy Based Learning of Functional Data." arXiv preprint arXiv:2202.01929.

Liu, D., et al. (2022) A GA-BP Neural Network Regression Model for Predicting Soil Moisture in Slope Ecological Protection. Sustainability **14**, DOI: 10.3390/su14031386

Masoud, M. (2020). "Groundwater Resources Management of the Shallow Groundwater Aquifer in the Desert Fringes of El Beheira Governorate, Egypt." Earth Systems and Environment **4**(1): 147-165.

Mougenot, B., et al. (1993). "Remote sensing of salt affected soils." Remote Sensing Reviews **7**(3-4): 241-259.

Nagarajan, B., et al. (2020). Localization and Indoor Navigation for Visually Impaired Using Bluetooth Low Energy. Smart Systems and IoT: Innovations in Computing, Springer**:** 249-259.

Pal, P., et al. (2022). "Single Probe Imitation of Multi-Depth Capacitive Soil Moisture Sensor Using Bidirectional Recurrent Neural Network." IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement **71**: 1-11.

Pedrero Salcedo, F., et al. (2022). "Soil Salinity Prediction Using Remotely Piloted Aircraft Systems under Semi-Arid Environments Irrigated with Salty Non-Conventional Water Resources." Agronomy **12**(9).

Radford, M. N. (2011). MCMC Using Hamiltonian Dynamics. Handbook of Markov Chain Monte Carlo, CRC Press.

Salcedo, F. P., et al. (2022). "Use of remote sensing to evaluate the effects of environmental factors on soil salinity in a semi-arid area." Science of The Total Environment **815**: 152524.

Santos, G., et al. (2022). Agro Smart : IoT Autonomous Irrigation System. 2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI).

Saremi, S., et al. (2018). "Deep energy estimator networks." arXiv preprint arXiv:1805.08306.

Seeger, M. W., et al. (2016). "Bayesian intermittent demand forecasting for large inventories." Advances in Neural Information Processing Systems **29**.

Song, Y., et al. Sliced score matching: A scalable approach to density and score estimation, PMLR.

Souissi, R., et al. (2022). "Integrating process-related information into an artificial neural network for root-zone soil moisture prediction." Hydrol. Earth Syst. Sci. **26**(12): 3263-3297.

Vincent, P. (2011). "A Connection Between Score Matching and Denoising Autoencoders." Neural Computation **23**(7): 1661-1674.

Wang, T., et al. (2019). "A personal local area information interaction system based on NFC and Bluetooth technology." International Journal of High Performance Computing and Networking **13**(4): 455-463.

Wu, F., et al. (2019). "An internet-of-things (IoT) network system for connected safety and health monitoring applications." Sensors **19**(1): 21.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Metal Cyanide Complexes Removal in Algal Reactors

Zehra GÖK[1*] (*ORCID: https://orcid.org/* 0000-0001-8428-2620), Esra YEL[2] (*ORCID: https://orcid.org/* 0000-0002-1019-4182)

[*] Selcuk University, Construction Technology Programme, Silifke-Tasucu V.H.S., Mersin, Turkey.
[2] Konya Technical University, Department of Environmental Engineering, Konya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: zyilmaz@selcuk.edu.tr

Abstract

Cyanides are fast-acting poisons, can be lethal if exposed in excess. In spite of fact, cyanides are discharged as effluents in large scale from industries every year.The presence of cyanide compounds, in wastewaters coming from various industries or from waste dams, causes many environmental problems. One of the cyanide compounds present in aqueous media is metal cyanide (Me-CN) complexes. Me-CN complexes have different decomposition properties. Me-CN complexes exist in two forms, WAD (weak acid dissociable) and SAD (strong acid dissociable), and they can decomposed at different rates depending on environmental conditions and convert to metal and cyanide. In addition to cyanide, metal cations in the structure of Me-CN complexes, also cause environmental problems. In this study, the behavior of Me-CN complexes in Chlorella vulgaris-dominated algal reactors operated with a continuous system was investigated. $Zn(CN)_4^{2-}$, $Cu(CN)_3^{2-}$ and $Fe(CN)_6^{4-}$ were added to these algal reactors. Chlorophyll-*a* concentrations in these reactors increased for 15-20 days, but then decreased. CN^- removal of 96%, 96% and 91% was obtained in $Zn(CN)_4^{2-}$, $Cu(CN)_3^{2-}$ and $Fe(CN)_6^{4-}$ reactors, respectively.

Keywords: Algae, cyanide, metal cyanide complexes, treatment.

INTRODUCTION

Cyanide is an important contaminant in wastewaters originated from various industries such as mining, mineral and electrochemical industries (Johnson et al., 2001). The wastewaters generated from some industries also contain significant quantities of heavy metals such as nickel, copper, zinc and iron besides cyanides (Aksu and Gülen, 2002; Johnson et al. 2001). Cyanide compounds in aqueous environments can be classified as free cyanide (CN^-, HCN), metal cyanide complexes and other compounds (CNS, CNO^-) of the reaction of cyanide complexes. Metal cyanide complexes including weak acid dissociable (WAD) and strong acid dissociable (SAD), have different dissociation properties. WADs are relatively unstable complexes of cyanide with transition metals such as Cu, Zn, Cd and Ni. Metal cyanide complexes, depending on their environmental conditions, can dissociate and transform free cyanide at various speeds. Especially, because of their higher dissociation constants, WAD metal cyanide complexes dissociate and give free cyanide ion during process. Therefore, the formation of metal cyanide complexes does not eliminate the toxicity of cyanide, these must be removed from the wastewaters prior to their discharge in the environment (Patil and Paknikar, 2000).

Cyanide and cyanide compounds can be treated by physical methods, adsorption, complexation methods, chemical and biological oxidation methods (Gürbüz et.al, 2009; Kitiş et.al, 2005; Rosenfeldt et al., 2006; Schwarzenbach et al., 2003; Tarlan et.al., 2006; Young and Jordan, 1995). Bio-oxidation of cyanide and cyanide compounds is possible by the appropriate microorganisms (Dash et al., 2009; Gürbüz et al, 2009; White et al, 2000). Algal treatment is one of the photosynthetic bio-processes and the most important advantage of this system is the removal of final products in cyanide oxidation (carbon and nitrogen forms) (Gürbüz et.al, 2009). Other advantages of these systems are uncomplicated application, low cost, high efficiency and to form harmless end products (Botz et al., 2005).

In phycoremediation, microalgae can remove or degrade various environmental contaminants, both organic and inorganic, in addition to the nutrients for their growth, such as nitrogen and phosphorus (Alazaiza et al., 2022). The application of microbial species in the formof bacteria, fungi, protozoa, algae and yeasts has gained considerable attention due to the robustness and environmentally friendliness of the process. These organisms use a variety of enzymatic pathways to destruct or convert cyanide to less hazardous products (Dwivedi and Dwivedi , 2021; Mekuto et al., 2016). Algae uses extracellular and intracellular enzymes to remove and to assimilate various organic and inorganic substances in liquid wastes. Nitrogen, phosphorus and trace metals are removed or assimilated for energy consumption and cell synthesis. Extracellular enzymes in the cell wall decompose complex molecules to small and soluble by-products. Decomposition products are taken into the cell and are used to convert into energy by intracellular enzymes (Gürbüz, 2004). Decomposition may be at different speeds for different substances. Rate of decomposition depends on type of the substance, conditions of the medium, algal biomass, adaptation of the algal biomass towards the substance and threshold level.

Photosynthetic bio-processes have many advantages such as easy application, low cost, harmless end products and high efficiency (Alazaiza et al., 2022). In cyanide oxidation the most important reason for the use of algae in biological treatment processes is the removal of final products (carbon and nitrogen forms) and heavy metals. Algae consume inorganic carbon and different nitrogen forms during photosynthesis under UV light and also heavy metals metabolically (Gürbüz et al., 2004; Akçil et al., 2003; Skowrońska, 2001; Arceivala et al., 1970; Wilde and Benemann, 1993; Vilchez et al., 1997). Especially green algae such as *Chlorella* and *Scenedesmus* remove NH_4^+ , NO_3^-, CO_3^{2-} easily during photosynthetic metabolic activities such as energy production and cell synthesis (Gürbüz et al., 2004; Akçil et al., 200; Gonzalez et al., 1997). Cyanate is also converted to NH_4^+ and HCO_3^- ions by algae metabolically (Equation 1, 2) (White et al., 2000).

$$CN^- + \tfrac{1}{2}O_2(aq) \xrightarrow{m/o} OCN^- \quad (1)$$

$$OCN^- + 3H_2O \xrightarrow{m/o} HCO_3^- + NH_4^+ + OH^- \text{ (pH 7-8.5)} \quad (2)$$

In this study, the behavior of Me-CN complexes ($Zn(CN)_4^{2-}$, $Cu(CN)_3^{2-}$ and $Fe(CN)_6^{4-}$) was investigated in the *Chlorella vulgaris* dominated algae reactor operated with a continuous system.

MATERIALS AND METHODS

Inocula

Green algae (especially *Chlorella vulgaris*) dominant mixed culturet was grown in plexyglass stock tanks which were fed with the inorganic nutrient medium. Feeding rate was adjusted such that the total solids retention times be 20 days in the tanks. The composition of the inorganic nutrient medium was as follows [3]: 5241.7 mg/L NH_4Cl; 4.9 mg/L KH_2PO_4 ; 5 mg/L K_2HPO_4 ; 5 mg/L $MgSO_4$.$7H_2O$; 3.357 mg/L $CaCl_2.2H_2O$; 1.6 mg/L $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$; 0.5 mg/L H_3BO_3; 0.4 mg/L $(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$; 0.2805 mg/L $MnSO_4.H_2O$; 0.2097 mg/L $ZnSO_4.7H_2O$; 0.071 mg/L $CoCl_2$; 0.01 mg/L $CuSO_4.5H_2O$; 2 mg/L Thiamine-HCl; 40.2 mg/L Tris base.

Setup

Experiments were conducted in a climate room in which temperature and humidity conditions kept constant at 22-25 ^{0}C and 60-70%, respectively. Lightening was supplied with two L 36W/77 Fluora model 1400 lumen and four 21 W/11-860 Dulux model 1155 lumen simulated daylight fluorescence lamps which were switched on and off with the help of a time-clock.

Me-CN Complex Removal System

The reactors were operated with a continuous system. In the continuous system, 20 mL of mixed liquid was discharged from two parallel reactors every day, and the nutrient solution and Me-CN complex were fed in the same volume to ensure the concentration of each component in it. These amounts are 0.85 mg/L.day

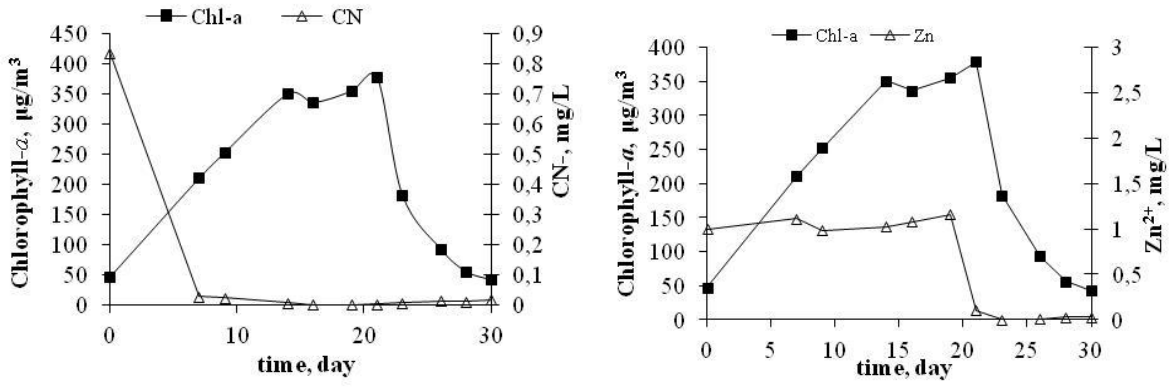
for $Zn(CN)_4^{2-}$, 0.71 mg/L.day for $Cu(CN)_3^{2-}$ and 1.06 mg/L for $Fe(CN)_6^{4-}$. Chlorophyll-*a*, CN^-, pH and heavy metal (Zn^{2+}, Cu^+ and Fe^{2+}) analyzes were performed on the samples taken from the reactors.

Analyses

Chlorophyll-*a* (Pigment Extraction and Spectrophotometric Determination of Chlorophyll Method (10200 H. Chlorophyll)) (APHA/AWWA/WEF, 2005), CN^- Skalar marka SAN $^{++}$ model analizör ile Low Power UV Digestion Metoduyla (TCN-LPUD) ölçülmüştür (EPA Metod 335.3, 1983). For spectrophotometric determinations HACH DR4000 Direct Reading UV-Vis. Spectrophotometer was used. pH was measured by HANNA pH 213 Microprocessor pH meter. Zn^{2+}, Cu^+, Fe^{2+} concentrations of the samples were determined by GBC-SenS AA Model Atomic Absorption Spectrophotometer with flame atomizer.

RESULTS AND DISCUSSION

For the removal of Me-CN complexes, six reactors operating with a continuous system were established. The reactors are identical in volume and operating conditions/medium. Me-CN complex was added to the reactors at regular intervals in addition to the algae culture and nutrient solution.
Two parallel reactors were used for each Me-CN complex. Chlorophyll-*a*, CN^- and heavy metal (Zn^{2+}, Cu^+ and Fe^{2+}) analyzes were performed on the samples taken from the reactors.
The pH was kept above 7 to avoid acidic conditions. Me-CN complex concentrations initially added to the reactors in the continuous system were 0.85 mg/L.day for $Zn(CN)_4^{2-}$, 0.71 mg/L.day for $Cu(CN)_3^{2-}$ and 1.06 mg/L.day for $Fe(CN)_6^{4-}$.
As seen in Figure 1-3, algal biomass increased up to 20 days in all three reactors and decreased after the 20th day. For 20 days, a total of 17 mg/L to the $Zn(CN)_4^{2-}$ reactor, 14.2 mg/L to the $Cu(CN)_3^{2-}$ reactor, 21.2 mg/L to the $Fe(CN)_6^{4-}$ reactor mg/L complex dosing was done.
CN^- concentrations are not very high in all three reactors (Figure 1-a, Figure 2-a, Figure 3-a). Me-CN complex was fed into the system continuously, but CN^- was consumed without accumulation in the reactor for up to 20 days. This 20-day period without accumulation is the time during which the algal biomass develops.
When the algal biomass starts to die from the 20th day, although CN^- concentrations seem to increase in the system, it is not significant since the concentrations are very low. Although there is continuous adding of Me-CN complex into the system, the lack of CN^- increase indicates that the complexes are removed as ions and/or as CN^- after decomposition.

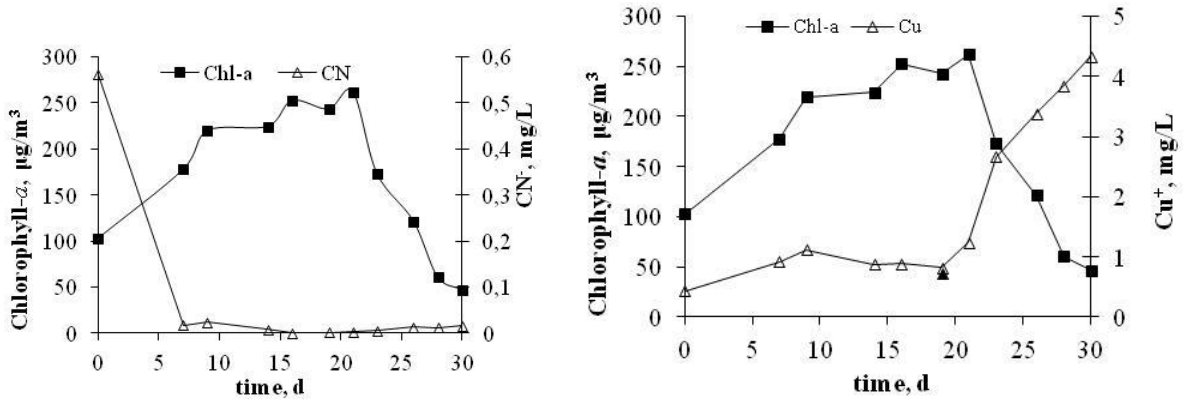


(a) (b)

Figure 1. Change of chlorophyll-*a*, CN^- (a) and Zn^{2+} (b) in $Zn(CN)_4^{2-}$ fed algae reactors.

Figure 1-b shows the change of Zn^{2+} concentrations over time. As the reactor is continuously fed $Zn(CN)_4^{2-}$, Zn^{2+} concentrations are expected to increase. In the first 20 days when chlorophyll-*a* concentrations increase, it is observed that Zn^{2+} concentrations do not increase and remain around 1 mg/L. It then appears that it begins to decline and is completely consumed.

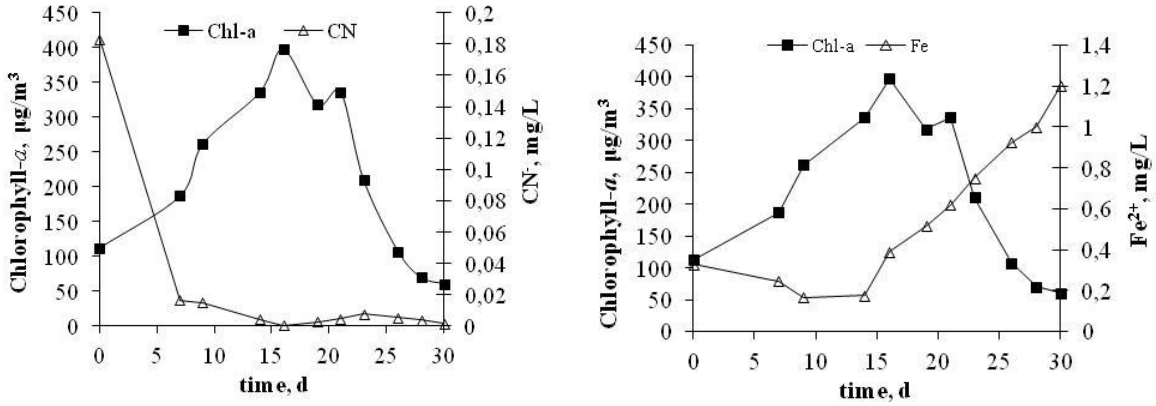
After 20 days, an increase in pH was observed in the reactor. It is thought that the increased OH^- ions due to the increase in pH cause the formation of $Zn(OH)_2$ precipitate with Zn^{2+} in very low concentration in the reactor.



(a) (b)

Figure 2. Change of chlorophyll-*a*, CN^- (a) and Cu^+ (b) in $Cu(CN)_3^{2-}$ fed algae reactors.

In Figure 2-b, when the change of Cu^+ concentrations over time is examined, it is observed that there is a slight increase in the first 8 days. After 8 days, although there is continuous adding into the reactor, no increase in concentration is observed, on the contrary, a decrease is observed.
This decrease continues until the algal biomass starts to die, that is, until the 20th day, after which the Cu^+ concentration starts to increase again and faster.
This is an indication that removal begins in the system with the growth of algae biomass after the metal adaptation phase, and Cu^+ accumulates in the system when it dies by completing its life cycle.
When evaluated together with the CN^- findings, it is understood that the complex is decomposed into Cu^+ and CN^- ions by the algae and each is metabolically consumed.



(a) (b)

Figure 3. Change of chlorophyll-*a*, CN^- (a) and Fe^{2+} (b) in $Fe(CN)_6^{4-}$fed algae reactors.

Since $Fe(CN)_6^{4-}$ is constantly added to the reactor, Fe in the structure of the complex increases the Fe^{2+} concentration in the reactor, but as seen in Figure 3-b, the Fe^{2+} concentration decreased during the 15-day period when the algae biomass developed.
From this time on, Fe^{2+} concentrations started to increase. Some metals such as Fe, Mn are required in low concentrations as micro-nutrients to perform basic metabolic activities. Fe plays a role in photosynthetic

electron transfer and nitrogen metabolism (Stengel et al., 2005). Since Fe^{2+} is used in algae metabolism, Fe^{2+} ions adding the reactor started to accumulate after 15 days when the microbial activity slowed down. However, it is seen that most of the approximately 8.5 mg/L Fe^{2+} given to the system for 30 days is consumed, and 1.2 mg/L Fe^{2+} remains in the system at the end of 30 days.

CONCLUSION

In this study, the behavior of $Zn(CN)_4^{2-}$, $Cu(CN)_3^{2-}$ and $Fe(CN)_6^{4-}$ metal cyanide complexes in algae reactors operated with continuous system was investigated. It was determined that CN^- could be removed with an efficiency of over 90% in all three reactors.
Zn^{2+} was completely removed in the reactors, and Cu^+ and Fe^{2+} started to accumulate in the reactors after 20 days when algae biomass started to decrease. While CN^- is removed with high efficiency, Cu^+ and Fe^{2+} accumulation shows that Me-CN complexes are removed by dissociation into CN^- and metal ions rather than ion removal.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study is financially supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey under grant no 106 Y 224 and the Selcuk University Scientific Research Projects Coordinating Office under grant no. 07101014/07401011.

REFERENCES

Akçil, A., Karahan, A.G., Ciftci, H. and Sagdic, O. 2003. “Biological treatment of cyanide by natural isolated bacteria (Pseudomonas sp.)”, Minerals Engineering. Vol. 16, 2003, pp. 643-649.

Aksu, Z. and Gülen, H. 2002. “Binary biosorption of iron(III) and iron(III)-cyanide complex ions on Rhizopus arrhizus: modelling of synergistic interaction”, Process Biochemistry, vol. 38, 2002, pp. 161-173.

Alazaiza, M.Y.D., Albahnasawi, A., Ahmad, Z., Bashir, M.J.K., Al-Wahaibi,T., Abujazar, M.S.S., Abu Amr, V., Nassani, D.E. 2022. Potential use of algae for the bioremediation of different types of wastewater and contaminants: Production of bioproducts and biofuel for green circular economy. Journal of Environmental Management 324 (2022) 116415.

Arceivala, S.J., Lokshminarayana, S.S., Alagarsamy, S.R. and Sostry, C.A. 1970. “Waste Stabilization Ponds, Desing, Construction & Operation in India”, Central Public Health Engineering Research Institute, 1970, Nagpur, India.

Botz, M.M., Mudder, T.I. and Akcil, A.U. 2005. Cyanide treatment: Physical, chemical and biological processes. Developments in Mineral Processing, Vol. 15, Chapter 28.

Dash, R.R., Gaur, A, Balomajumder, C. 2009. Cyanide in industrial wastewaters and its removal: A review on biotreatment. Journal of Hazardous Materials 163 (2009) 1–11.

Dwivedi, N., Dwivedi, S. 2021. Sustainable biological approach for removal of cyanide from wastewater of a metal-finishing industry, Membrane-Based Hybrid Processes for Wastewater Treatment, 2021, Pages 463-479.

Gonzalez, L.E., Canizares, R.O. and Baena, S. 1997. “Efficiecy of ammonia and phosphorus removal from a colombian agroindustrial wastewater by the microalgae Chlorella vulgaris and Scenedesmus dimorphus”, PII: S0960-8524 (97) 00029-1, 1997.

Gürbüz, F., Çiftçi, H., Akçil, A. and Karahan, A.G. 2004 “Microbial detoxification of cyanide solutions: a new biotechnological approachusing algae”, Hydrometallurgy, vol. 72, 2004, pp. 167–176.

Gurbuz, F., Ciftci, H., Akcil, A. 2009. Biodegradation of cyanide containing effluents by Scenedesmus obliquus, Journal of Hazardous Materials 162 (2009) 74–79.

Johnson, C.A., Grimes, D.J., Leinz, R.W., Breit, G.N. and Rye, R.O., (2001). The critical importance of strong cyanocomplexes in the remedation and decommissioning of cyanidation heap leach operations. The Proceeding of a Symposium Held At Annual Meeting of TMS (The Minerals, Metals & Mateials Society) New Orleans, Louisiana February 12-15, 35-49.

Kitiş, M., Akçil, A., Karakaya, E., Yiğit, N.O. 2005. Destruction of cyanide by hydrogen peroxide in tailings slurries from low bearing sulphidic gold ores. Minerals Engineering 18 (2005) 353-362.

Mekuto, L., Ntwampe, S.K.O., Akcil, A. 2016. An integrated biological approach for treatment of cyanidation wastewater. Science of the Total Environment 571 (2016) 711–720.

Patil, Y.B. and Paknikar, K.M. 2000. "Development of a process for biodetoxification of metal cyanides from waste waters", Process Biochemistry, vol. 35, 2000, pp. 1139–1151.

Rosenfeldt, E.J., Linden, K.G., Canonica, S., Gunten, U. von. 2006. "Comparison of the efficiency of OH ● radical formation during ozonation and the advanced oxidation processes O 3 /H 2 O 2 and UV/H 2 O 2 ", Water Research, vol. 40, 2006, pp. 3695-3704.

Schwarzenbach, R., Gschwend, P., Imboden, D. 2003. "Photochemical transformation reactions", In: Environmental Organic Chemistry, 2003, Wiley, New York.

Skowrońska, B.P. 2001. "Phytochelatin production in freshwater algae Stigeocloniumi in response to heavy metals contained in mining water; effects of some environmental factors", Aquatic Toxicology, vol. 52, 2001, pp. 241–249.

Stengel, D.B., McGrath, V., Morrison, L.J. 2005. Tissue Cu, Fe and Mn concentrations in different-aged and different functional thallus regions of three brown algae from western Ireland. Estuarine, Coastal and Shelf Science 65 (2005) 687-696.

Tarlan, E., Önen, V., Yılmaz, Z., (2006). Zinc-cyanide [Zn(CN)4]2- adsorption with row and acid-activated clay, itujournal/e, WaterPollution Control, Volume:16, Issue:1-3, 35-44.

Vilchez, C., Garbayo, I., Lobato, M.V. and Vega, J.M. 1997. "Microalgae-mediated chemicals Production and wastes removal", Enzyme and Microbial Technology, vol. 20, 1997, pp. 562-572.

White, D.M., Pilon, T.A. ve Woolard, C., 2000. Biological treatment of cyanide containing wastewater. Wat. Res. 34(7), 2105-2109.

Wilde, E.W and Benemann, J.R. 1993. "Bioremoval of heavy metals by the use of microalgae". Biotech Adv, vol. 11, 1993, pp. 781-812.

Young, C.A. and Jordan, T.S., (1995). Cyanide remediation: Current and past technologies. Proceedings of The 10th Annual Conference on Hazardous Waste Research, 104-129.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Yaban turpu peroksidaz (HRP) aracılığıyla guaiacol bazlı polimerizasyon

Nargiz Jafarova[1*] (*ORCID: 0000-0003-4314-4875*), Özlem Biçen Ünlüer[1] (*ORCID*:*0000-0002-5524-4593*)

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Eskişehir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: nargis.cafarova@gmail.com

Özet

Enzim biyokatalizörler, yüksek katalitik aktiviteleri, seçiciliği, düşük toksisitesi ve suda çözünür özellikleri nedeniyle kimya, biyokimya ve tıp gibi birçok alanlarda kullanılmaktadır. Daha hafif koşullar altında enzimler tarafından çeşitli reaksiyonlar katalize edilebilir ve enzimler, belirli substratlara veya fonksiyonel gruplara karşı aktivite göstermektedirler. Bu avantajlarından dolayı literatürde biyokatalizörlere sıklıkla rastlanmaktadır. Örneğin, yaban turpu peroksidaz (HRP) gibi peroksidaz enzimleri, aktif merkezlerinde demir (Fe^{+2}) iyonları içerir ve bu enzimler radikal reaksiyonlar ve polimerizasyonlar için kullanılmaktadır. Fakat, enzimler reaksiyon karışımından kolayca izole edilemez ve bu nedenle daha sonraki reaksiyonlar için enzimleri geri dönüştürmek hiç de kolay değildir. Bu sorunlar, daha büyük ölçekli uygulamalar için enzimlerin kullanımını sınırlar. Bu çalışmada; bu kısıtlamaları aradan kaldırmak için HRP methacryloyl (HRPMA) sentezlenerek kriyojel 2-hidroksi etil metakrilat (HEMA) kolon içerisine immobilize edilmiş (HEMA-Co-HRPMA) ve oda sıcaklığında, pH 6,5 koşulları altında ve %50 sulu aseton ortamında guaiacol polimerizasyonu gerçekleştirilmiştir. Enzimlerin immobilizasyonu, yeniden kullanılabilirlik, daha kararlı ve ekonomik katalizör sistemleri gibi avantajlar sağlamaktadır. HRPMA'nin kriyojel kolon içerisine immobilize edilmesi önemli ölçüde tekrar kullanım sağlamış ve guaiacol'ün polimerizasyonunda defalarca kullanımdan sonra bile yüksek katalitik aktivite göstermiştir. Sulu ortamda polimerizasyon, UV-Vis spektrometresi ile izlenmiş ve elde edilen ürün ^{1}H NMR spektrometresi ile karakterize edilmiştir. Aynı zamanda bazik ortamda guaiacolla birlikte HRPMA kriyojel kolondan geçirilerek guaiacol bazlı resveratrol polimerizasyonu da gerçekleştirilmiştir. Çalışmalarımız sonucunda tekrar kullanılabilen, kararlı ve ekonomik bir polimerizasyon sistemi geliştirilmiş ve bu sistem sayesinde guaiacol bazlı polimerler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: HRP, biyokataliz, guaiacol, polymerizasyon, kriyojel kolon.

Guaiacol-based polymerization through horseradish peroxidase (HRP)

Abstract

Enzyme biocatalysts are used in many fields such as chemistry, biochemistry, and medicine due to their high catalytic activity, selectivity, low toxicity and water-soluble properties. A variety of different reactions can be catalyzed by enzymes under milder conditions, and enzymes show activity against particular substrates or functional groups. Due to these advantages, biocatalysts are widely encountered in the literature. For example, peroxidase enzymes such as horseradish peroxidase (HRP) contain iron ions (Fe^{+2}) in their active centers and these enzymes are used in radical reactions and polymerizations. However, enzymes can not be easily isolated from the reaction mixture and therefore it is not easy to recycle enzymes for further reactions. These problems limit the use of enzymes for larger scale applications. In this study; To remove these limitations, HRP methacryloyl (HRPMA) was synthesized and cryogel 2-hydroxy ethyl methacrylate (HEMA) was immobilized into the column (HEMA-Co-HRPMA) and guaiacol polymerization was performed at room temperature, pH 6.5 conditions and 50% aqueous acetone medium. The immobilization of enzyme provides advantages such as reusability, more stable and economical catalyst systems. The immobilization of HRPMA into the cryogel column provided repeated use and showed high catalytic activity in the polymerization of guaiacol even after repeated use. The polymerization in the aqueous medium was monitored with UV-Vis spectrometry and the obtained product was characterized by ^{1}H NMR spectrometry. At the same time, guaiacol-based resveratrol polymerization was carried out by passing the HRPMA through the cryogel column with guaiacol in basic medium. As a result of our studies, a reusable, stable and economical polymerization system has been developed and guaiacol-based polymers have been obtained thanks to this system.

Keywords: HRP, biocatalysis, guaiacol, polymerization, cryogel column.

GİRİŞ

Günümüzde, yeni malzemelerin üretimi büyük ölçüde polimerlerin sentezine bağlıdır ve enzimlerin ilkel kullanımlarından biri, polimerlerin sentezindedir (Iwahara ve ark. 2000). Aslında, enzimatik polimer sentezi, toksik reaktifler (örneğin formaldehit) kullanılmadan hafif reaksiyon koşulları altında geleneksel yöntemlere göre daha fazla avantajlar sunar ve bu geleneksel yöntemlerle elde edilmesi mümkün olmayan yeni polimerik malzemelerin sentezini sağlayabilir (Göktürk 2020). Son yıllarda yaban turpu peroksidazın (HRP) katalizör olarak kullanıldığı polimerizasyon reaksiyonları ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmış ve hala da yapılmaktadır (Veitch,2004).

Peroksidaz, elektron alıcısı olarak hidrojen peroksit kullanarak çok çeşitli organik ve inorganik substratların oksidasyonunu katalize eden heme içeren bir enzimdir (Nicell ve ark. 1994). Peroksidazlar tarafından katalize edilen aromatik substratların tek elektronlu oksidasyonu Chance-George mekanizması (Veitch, 2004) ile aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

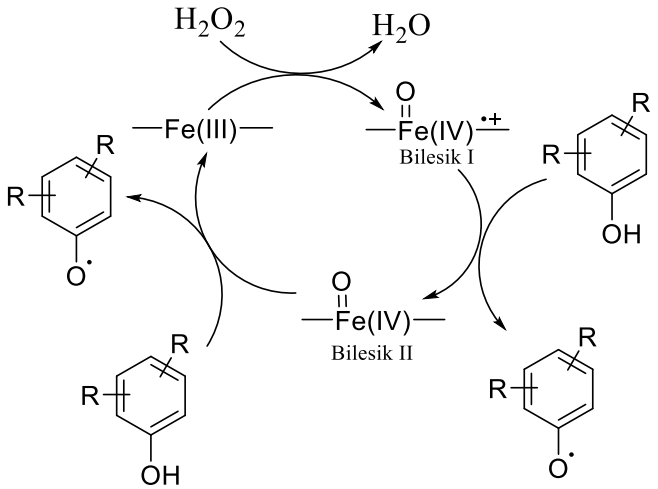
$$E + H_2O_2 \rightarrow E(I) + H_2O \quad (1)$$

$$E(I) + AH_2 \rightarrow E(II) + AH^{*} \quad (2)$$

$$E(II) + AH_2 \rightarrow E + AH^{*} + H_2O \quad (3)$$

$$E(II) + H_2O_2 \rightarrow E(III) + H_2O \quad (4)$$

Doğal enzim (E), peroksit (H_2O_2) tarafından kompleks bileşik I (E(I)) olarak adlandırılan aktif bir ara enzimatik forma oksitlenir. Kompleks bileşik I, organik substrat AH_2'yi oksitler ve sonuç olarak reaksiyon karışımında bir serbest radikal (AH*) üretilir. Enzim, kompleks bileşik II (E(II)) şekline geçer. Kompleks bileşik II, ikinci organik substratı bir serbest radikal ürüne oksitler ve enzim doğal haline geri döner. Genel peroksidaz reaksiyonu, denklem (1), (2) ve (3)'te gösterilen reaksiyonlardan oluşur ve bir katalitik döngü Şekil 1'de gösterilmektedir. Döngü sırasında oluşan serbest radikaller, enzimden poliaromatik ürünler oluşturmak üzere reaksiyona girdikleri çözeltiye yayılır. Bu poliaromatik bileşikler suda çözünmezler ve katı-sıvı işlemleriyle uzaklaştırılabilirler (Guzik ve ark. 2014).



Şekil 1. Peroksidazın katalitik döngüsü (Guzik ve ark. 2014)

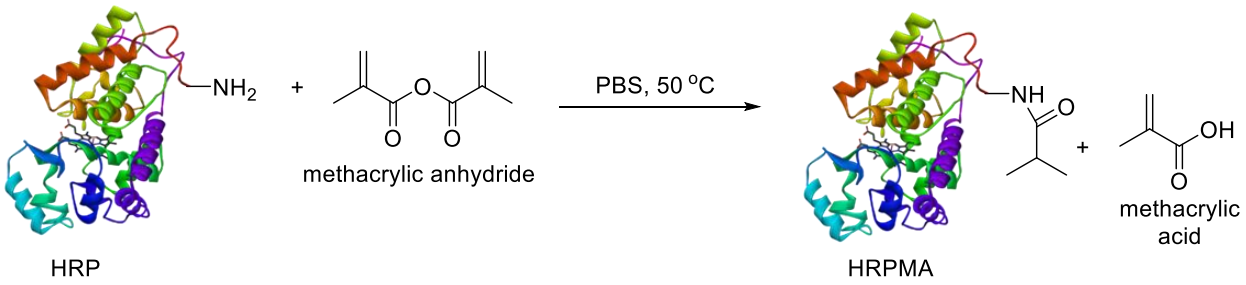
Peroksidaz enzimleri, genellikle yüksek reaksiyon sıcaklıklarında, asidik veya bazik koşullarda ve organik çözücülerde aktivitelerini kaybederler (Preethi ve ark. 2013). Bundan başka, enzimler reaksiyon karışımından kolayca izole edilemez ve bu nedenle daha sonraki reaksiyonlar için enzimleri geri dönüştürmek kolay değildir. Bu sorunlar, daha büyük ölçekli uygulamalarda enzimlerin kullanımını sınırlar (Mohamed ve ark. 2016). Bu kısıtlamaların üstesinden gelmek için enzimlerin immobilizasyonu geliştirilmiştir. İmmobilizasyon yönteminin temel özelliği, bir enzimi bir desteğe bağlamak ve hareketini sınırlamaktır. Enzimlerin immobilizasyonu, artan yeniden kullanılabilirlik ve daha kararlı ve ekonomik

katalizör sistemleri sağlar. İmmobilizasyon, enzimin reaksiyon ürününden ayrılmasını kolaylaştırır, bununla da ürünün protein kontaminasyonunu en aza indirir veya ortadan kaldırmaktadır (Lopes ve ark. 2014). İmmobilizasyon ayrıca, üretim maliyetinin düşürülmesiyle enzimin verimli bir şekilde geri kazanılmasınıve yeniden kullanılmasını kolaylaştırmaktadır (Sheldon 2007). Ayrıca, ısı veya organik çözücülerle denatürasyonu gibi depolama ve çalışma koşulları altında stabiliteyi arttırmaktadır. Gelişen stabilite ve tekrarlanan yeniden kullanım sayesinde enzim performansı, daha yüksek katalizör üretkenliklerine yansımaktadır. Bunu da belirtmek gerekir ki, enzim ve substrat arasındaki uygun olmayan konformasyon ve kütle transfer kısıtlamaları nedeniyle immobilizasyondan sonra birçok enzimin katalitik aktiviteleri kaybolmuştur. Enzimlerin verimli kullanılabilmesi için, katalitik aktiviteleri daha yüksek olan uygun bir immobilizasyon yönteminin bulunması hem ticari hem de bilimsel alanda büyük önem arz etmektedir. Bu çalışmada; HEMA-Co-HRPMA kriyojel kolon sentezlenmiş ve oda sıcaklığında, pH 6,5 koşulları altında guaiacol ve guaiacol bazlı resveratrol polimerizasyonu gerçekleştirilmiştir. Guaiacol, ligninden elde edilen bir fenol türevidir (Akkara ve ark. 1991, Hiroyuki ve ark. 2004). Guaiacol, vanilin üretimi için ve çeşitli moleküllerin sentezi için bir yapı taşı olarak kullanılmaktadır. Resveratrol ise güçlü bir antioksidandır, gıda takviyesi olarak da kullanılmaktadır. Resveratrolün vücudun yenilenmesinde önemli bir katkısı vardır. Resveratrol özellikle yaşlanma karşıtı bakımda önemli bir role sahip olup, cildin yaşlanma belirtilerini yavaşlatır. Bu nedenle, guaiacolun polimerizasyon eğilimini kriyojel kolona immobilize edilmiş HRP kullanarak göstermenin gerekli olduğu ve aynı zamanda, çalışmamızın gelecek çalışmalar için de bir yapı taşı olabileceği inancındayız.

MATERYAL VE METOD

Yapılan çalışmada, HRP ticari olarak Sigma'dan temin edilmiştir. Kolon sentezi için kullanılan HEMA Across'tan, Tetraetilmetilendiamin (TEMED) ve Amonyum persülfat (APS) Sigma'dan tedarik edilmiştir. Polimerize edilen guaiacol ticari olarak Sigma'dan, resveratrol tıbbi olarak eczaneden temin edilmiştir.

HRP'yi HEMA kriyojel kolona immobilize etmek için HRP'ye NH_2 ucundan metakrilik anhid bağlanmıştır. 50 °C'de metakrilasyon ile HRP metakriloil (HRPMA) ve metakrilik asit oluşmuştur. Reaksiyon şematik olarak Şekil 2'de gösterilmiştir.

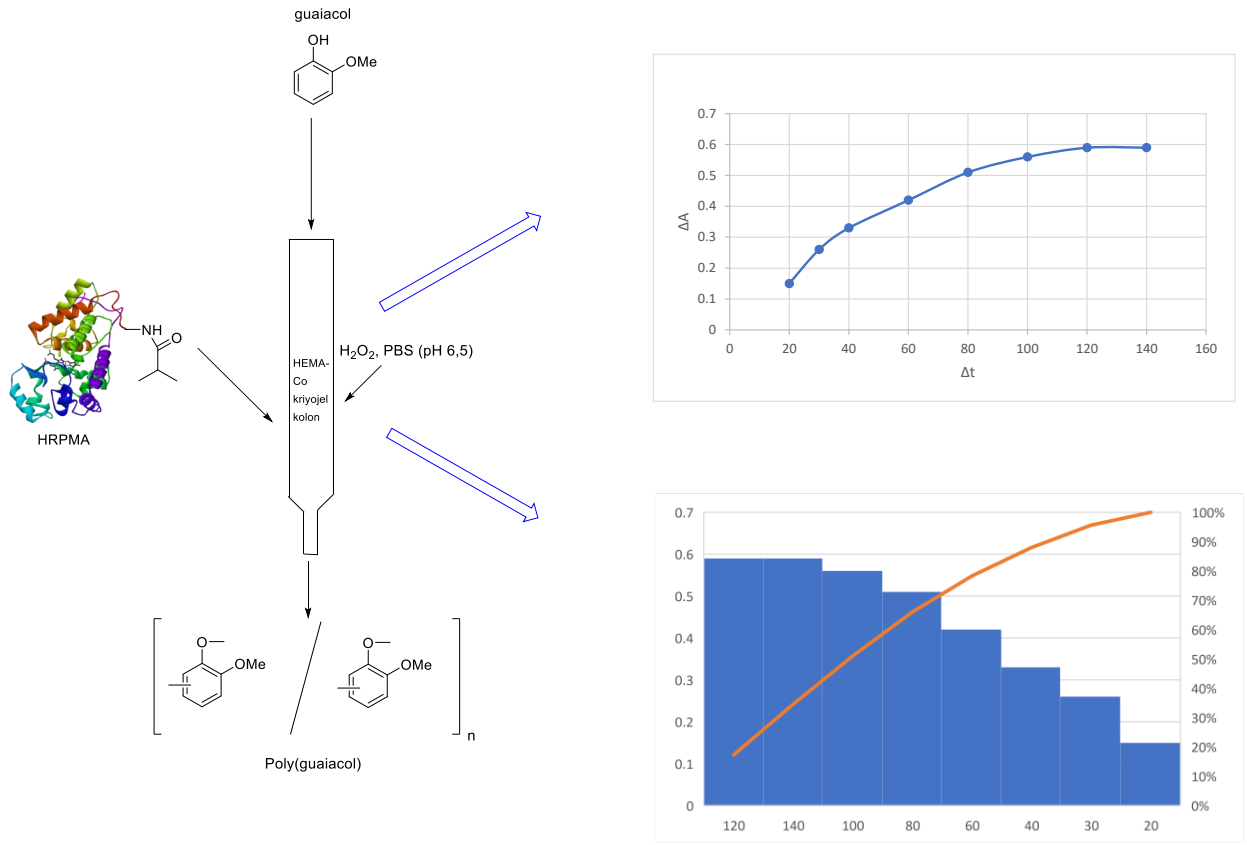


Şekil 2. HRPMA sentezi

HRPMA immobilizasyonu için HEMA kriyojel kolon (HEMA-Co-HRPMA) sentezlenmiştir. Bu amaçla, 337,5 µL HEMA monomeri ve 63,625 mg BIS 3,135 mL suda çözülerek 1,5 saat boyunca karıştırılmıştır. Hazırlanan stok çözeltiden 2,296 mL alınarak üzerine 506,25 µL HRP karışıma ilave edilmiş ve karıştırılmaya devam edilmiştir. Hazırlanan çözeltinin üzerine 664,75 µL saf su ilave edilerek hacim 3,5 mL'e tamamlanmıştır. Karışıma çapraz bağlayıcı olarak 3 µL TEMED, buz banyosu içerisinde polimerizasyon başlatıcısı olarak ise 30 µL APS çözeltisi 1 mL'de 100 mg olacak şekilde hazırlanarak ilave edilmiştir. Polimerizasyon başlayana kadar buz banyosunda tutulmuş ve daha sonra -20 °C'de 20 saat bekletilmiştir. Ardından sentezlenen kriyojel kolon, oda sıcaklığında 3-4 saat süreyle bekletilerek kriyojel oluşumu tamamlanmıştır. Sentezlenen kriyojel kolon 4 °C'de pH 6,5 fosfat tamponu içerisinde saklanmıştır.

Sentezlenen HEMA-Co-HRPMA kriyojel kolon, polimerize edilecek karışımın geçmesi için peristaltik pompaya takılmıştır. Oda sıcaklığında kolondan 10 mM fosfat tamponu (pH 6,5), 0,1 mM H_2O_2 koşulları altında ve %50 sulu aseton ortamında guaiacol devamlı olarak geçirilerek guaiacol polimerizasyonu (Şekil 3) gerçekleştirilmiştir.

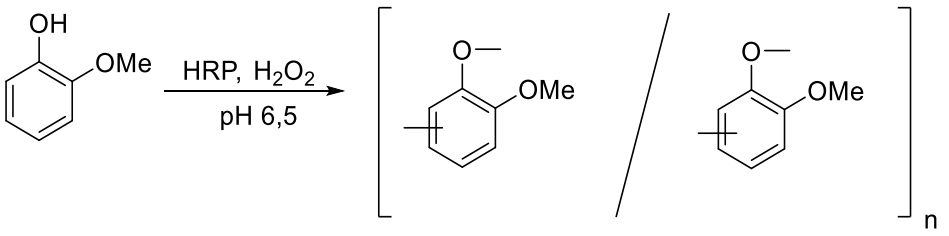
Aynı zamanda HEMA-Co-HRPMA kriyojel kolondan oda sıcaklığında 10 mM fosfat tamponu (pH 6,5), 0,1 mM H_2O_2 koşulları altında ve %50 sulu aseton ortamında 1:1 oranda guaiacol ve resveratrol karışımı devamlı olarak geçirilerek guaiacol bazlı resveratrol polimerizasyonu gerçekleştirilmiştir.



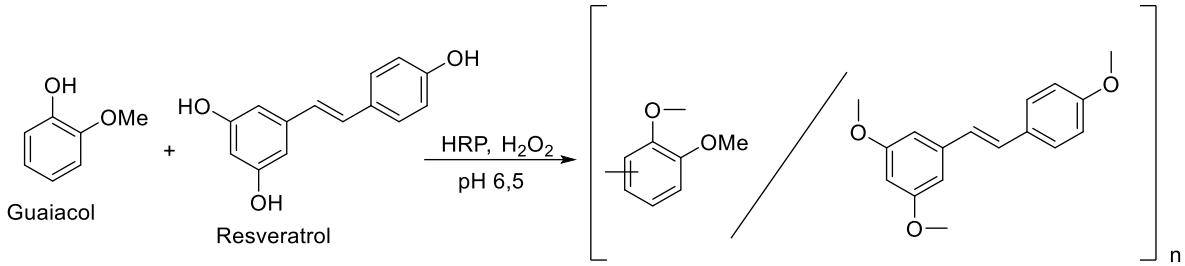
Şekil 3. HEMA-Co-HRPMA kolon aracılığıyla guaiacol polimerizasyonunun şematik gösterimi

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışma kapsamında HRPMA kopolimerize HEMA kriyojel kolon kullanılarak guaiacol (Şekil 4) ve guaiacol bazlı resveratrol polimerizasyonu gerçekleştirilmiştir (Şekil 5). HRP'nin ısıtmaya duyarlı olması ve 60 °C civarında denatüre olması nedeniyle polimerizasyon oda sıcaklığında (25 °C) gerçekleştirilmiştir.

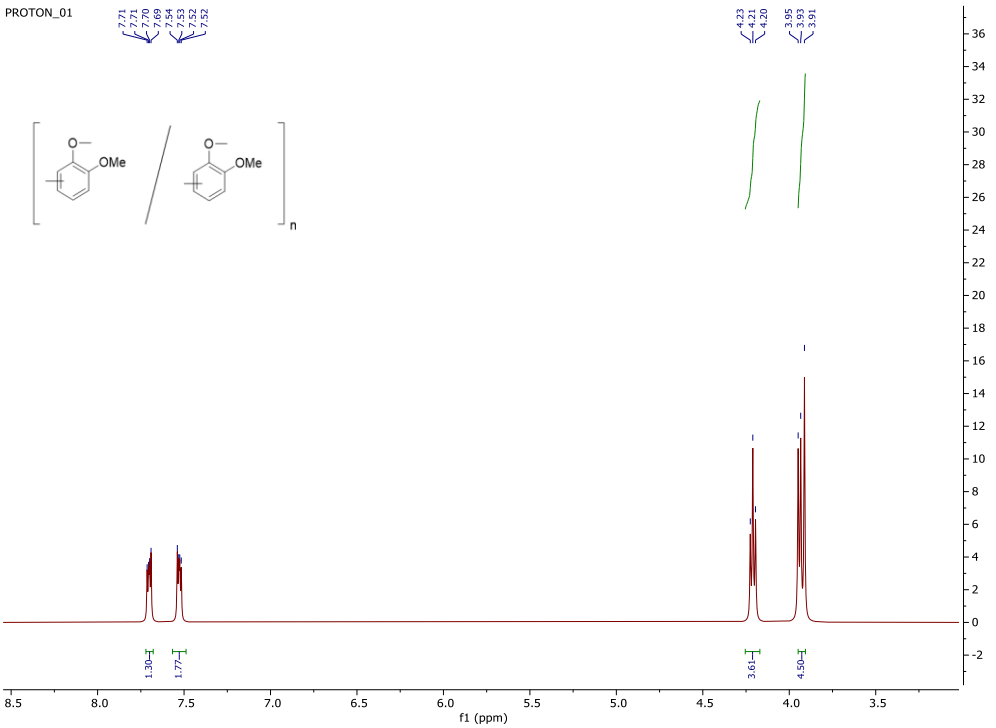


Şekil 4. HRP aracılığıyla guaiacol polimerizasyonu



Şekil 5. HRP aracılığıyla poli(guaiacol-resveratrol) sentezi

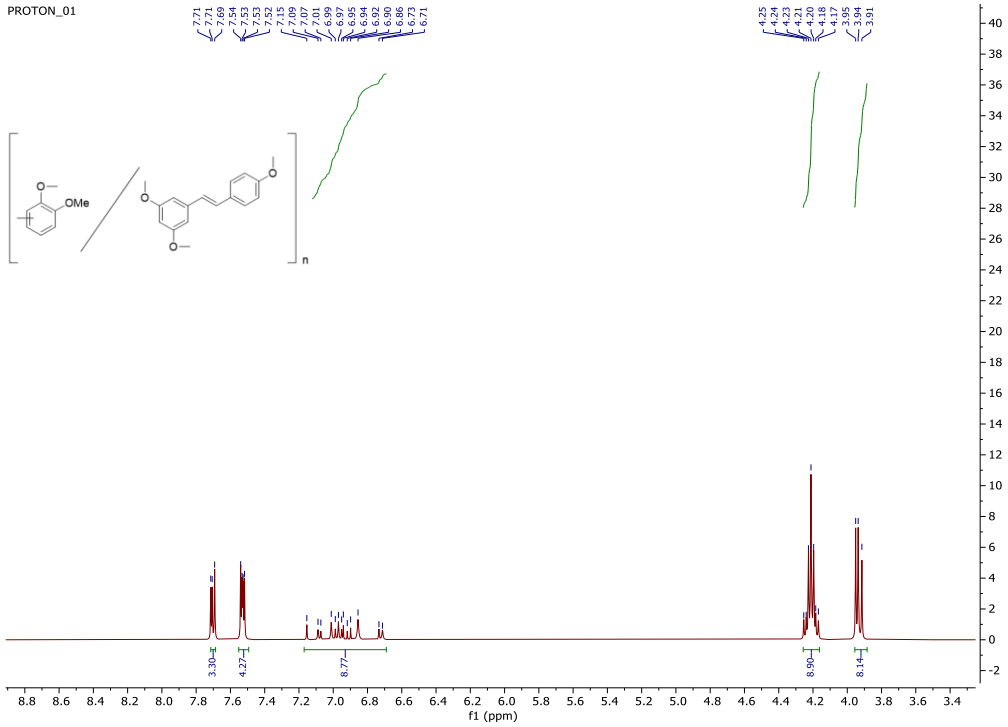
Nihai polimerlerin yapısı, ^{1}H NMR spektrumu (Şekil 6) ile karakterize edilmiştir.



Şekil 6. Poli(guaiacol)'ün ^{1}H NMR spektrumu

Monomer olarak guaiacol fenolik-OH'dan bağlandığı için elde edilen ürünün ^{1}H NMR spektrumunda fenolik –OH protonu gözlenmemiştir, bu da polimerizasyonun oluşumunu göstermektedir. Polimer yapısındaki metoksi grubunun metil proton sinyalleri tekli olarak gözlenmiştir. Ürünün aromatik protonları için beklenen kimyasal kaymalar 7,70, 7,51 ve 7,53 ppm'de gözlenmiş ve bu da poli(guaiacol) yapısını doğrulamıştır.

Poli(guaiacol-resveratrol)'ün ^{1}H NMR spektrumunda fenolik-OH gözlenmemiş olup, bu da guaiacolün resveratrola fenolik-OH üzerinden bağlandığını göstermektedir. ^{1}H NMR spektrumunda 7,71 – 7,69, 7, 7,17 – 6,69 ppm aralığında aromatic protonlar gözlenmiş ve 4,26 – 4,16 ppm aralığında ise metoksi grubun metil protonları gözlenmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. Poli(guaiacol-resveratrol)'ün ^{1}H NMR spektrumu

SONUÇ

Çalışma kapsamında HRPMA kopolimerize HEMA kriyojel kolon sentezlenmiş guaiacol ve guaiacol bazlı resveratrol polimerizasyonunda kullanılmıştır. Bu yöntem pahalı bir enzim olan HRP'nin önemli ölçüde tekrarlanan kullanımını sağlamış ve guaiacolün polimerizasyonunda defalarca kullanımdan sonra bile yüksek katalitik aktivite gösterdiği gözlenmiştir. Üzerinde çalıştığımız yöntem, daha kararlı ve ekonomik katalizör sistemleri sağlamaktadır. Bu yüzdende, üzerinde çalıştığımız bu sistem, oksidatif polimerizasyonlar için verimli bir şekilde kullanılabilir olmaktadır.

KAYNAKLAR

Akkara JA, Senecal KJ, Kaplan DL 1991. Synthesis and characterization of polymers produced by horseradish peroxidase in dioxane. J Polym Sci A: Polym Chem, 29: 1561-1574.

Dare NA, Egan TJ 2018. Heterogeneous catalysis with encapsulated haem and other synthetic porphyrins: Harnessing the power of porphyrins for oxidation reactions. Open Chem., 16: 763–789.

Dunford HB and Stillman JS 1976. On the function and mechanism of action of peroxidases. Coord. Chem. Rev., 19, 187–251.

Göktürk E 2020. Flowerlike hybrid horseradish peroxidase nanobiocatalyst for the polymerization of guaiacol. Turk J Chem., 44: 1285-1292.

Guzik U, Hupert-Kocurek K, Wojcieszynska D 2014. Immobilization as a Strategy for Improving Enzyme Properties – Application to Oxidoreductase. Molecules, 19, 8995–9018.

Hiroyuki T, Hiroshi U, Ritsuko N, Kobayashi S 2004. Guaiacol Oxidation Products in the Enzyme-Activity Assay Reaction by Horseradish Peroxidase Catalysis. Chem. Let. Vol.33, No.7.

Iwahara K, Honda Y, Watanabe T, Kuwahara M 2000. Polymerization of guaiacol by lignin-degrading manganese peroxidase from Bjerkandera adusta in aqueous organic solvents. Appl Microbiol Biotechnol, 54: 104-111.

Kaim W, Schwederski B 1991. Bioinorganic Chemistry: Inorganic Elements in the Chemistry of Life, 2nd ed., John Wiley & Sons Inc., Hoboken, NJ.

Kobayashi S and Makino A 2009. Enzymatic Polymer Synthesis: An Opportunity for Green Polymer Chemistry. Chem. Rev., 109, 5288–5353.

Lopes GR, Pinto DCGA and Silva AMSS 2014. Horseradish peroxidase (HRP) as a tool in green chemistry. RSC Adv., 4, 37244-37265.

Mohameda SA, Al-Ghamdi SS, El-Shishtawy RM 2016. Immobilization of horseradish peroxidase on amidoximated acrylic polymer activated by cyanuric chloride. International Journal of Biological Macromolecules, 91, 663–670.

Nicell JA 1994. Kinetics of Horseradish Peroxidase-Catalyzed Polymerization and Precipitation of Aqueous 4-Clorophenol.J. Chem. Technol. Biotechnol. 60, 203–215.

Preethi S, Anumary A, Ashokkumar M and Thanikaivelan P 2013. Probing horseradish peroxidase catalyzed degradation of azo dye from tannery wastewater. SpringerPlus, 2, 1–8.

Sheldon RA 2007. Enzyme Immobilization: The Quest for Optimum Performance. Adv. Synth. Catal., 349, 1289 – 1307.

Tran DN, Balkus KJ 2011. Perspective of recent progress in immobilization of enzymes. ACS Catalysis, 1 (8): 956-968.

Veitch NC 2004. Horseradish peroxidase: a modern view of a classic enzyme. Phytochemistry, 65, 249–259.

Zhang L, Gu C, Xiong J, Yang M, Guo Y, Hemin-histamine-montmorillonite clay conjugate as a model biocatalyst to mimic natural peroxidase 2015. Sci. China Chem., 58, 731–737.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Manyetik Fe_3O_4 Nanopartiküllerinin Anaerobik Çürümeyle Biyokütleden Biyogaz Eldesine Etkisinin İncelenmesi

Zeynep Sena ŞİMŞEK[1](*ORCID: 0000-0003-4783-6916*),
Gürol KESERCİ[2]*(ORCID: 0000-0003-4552-0926)*

[1]Kdz. Ereğli Şahinde Hayrettin Yavuz Bilim ve Sanat Merkezi, Zonguldak, Türkiye
[2]Kdz. Ereğli Şahinde Hayrettin Yavuz Bilim ve Sanat Merkezi, Zonguldak, Türkiye
*Sorumlu yazar e-posta: zynpsnsimsek@gmail.com

Özet

Bu çalışmada Fe_3O_4 nanopartikülleri sentezlenmiş ve bir reaktör sistemi kurularak anaerobik çürüme ile biyokütleden metan gazı eldesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Önce manyetik Fe_3O_4 nanopartikülleri birlikte çökeltme yöntemi ile sentezlenmiş, daha sonra hazırlanan reaktörlere farklı dozlarda eklenerek oluşan metan gazı miktarı incelenmiştir. Çalışma sonucunda Fe_3O_4 nanopartiküllerinin biyogaz üretimine olumlu etki sağladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: anaerobik çürüme, nanopartikül, metan eldesi, Fe_3O_4

Analyze of the Effect of Magnetic Fe_3O_4 Nanoparticles on Biogas Production from Biomass by Anaerobic Decomposition

Abstract

In this study, Fe_3O_4 nanoparticles were synthesized and their effects on methane gas extraction from biomass by anaerobic decomposition were analyzed by setting a reactor system. First, magnetic Fe_3O_4 nanoparticles were synthesized by precipitation method, then the amount of methane gas formed by adding different doses to the prepared reactors was observed. As a result of the study, it was seen that Fe_3O_4 nanoparticles had a positive effect on biogas production.

Keywords: anaerobic decay, nanoparticle, metan production, Fe_3O_4

GİRİŞ

Yakın zamanda dünya çapında gerçekleşen pandemi nedeniyle yaşanan kapanma ve izolasyon uygulamaları ülkeleri kendi kaynaklarını daha çok kullanmaya yöneltmiştir. Ülkemizin enerjide dışa bağımlılığının yüksek olması nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının daha çok kullanılmasına dönük çalışmalar pandemi döneminden en az etkilenerek ve artarak devam etmiştir . Fosil yakıtların küresel ısınmaya ve çevre kirliliğine olan etkileri nedeniyle Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında ülkelere bu yakıtların kullanımında sınırlamaya gidilmesi hedeflenmektedir. Biyogaz fosil yakıt sınıfına girmeyen bir hidrokarbon yakıttır. Biyogaz; bitkisel, hayvansal ve endüstriyel atıkların anaerobik çürümesi ya da çürütülmesi sonucu meydana gelen, yoğunlukla metan ve karbondioksit gazlarından oluşan bir gaz karışımıdır. Fosil yakıtlar jeolojik olarak oluşmuş ve enerji kaynağı olarak dünya üzerinde kullanım ömrü sınırlı olduğu için alternatif kaynaklara yönelinmiştir. Biyogaz ise yenilenebilir enerji sınıfında yer almaktadır. Son yıllarda, metan üretimi ve proses stabilitesi için anaerobik çürütücülerde nanopartiküllerin eklenmesi büyük ilgi görmektedir (Bogoçlu ve Neşe, 2022). Nanopartiküllerin ayrıca anaerobik çürütücüde metan eldesi verimini arttırdığı belirlenmiştir (Noonari ve ark., 2019). 1 ila 100 nm arasında boyutlara sahip olan parçacıklar nanopartiküller olarak adlandırılır. Nano boyut, hücre zarlarına nüfuz etme kabiliyetini belirlediği için biyolojik bariyerler arasında geçişi, bağışıklık sistemi ile etkileşimi, alımını, absorpsiyonunu, dağılımını ve metabolizmasını kolaylaştırır (Abdelsalam ve ark., 2016). Hem yerli imkanlarla üretilebilecek yenilenebilir bir enerji kaynağı hem de çevre dostu olması nedeni ile biyogaz sentezlenmeye çalışılmıştır. Manyetik nanopartiküllerle hayvan dışkısından metan gazı elde edilmiş ve sonuçlar sunulmuştur. Öncelikle Fe_3O_4 manyetik nanopartikül sentezi yapılmıştır. Biyokütle olarak

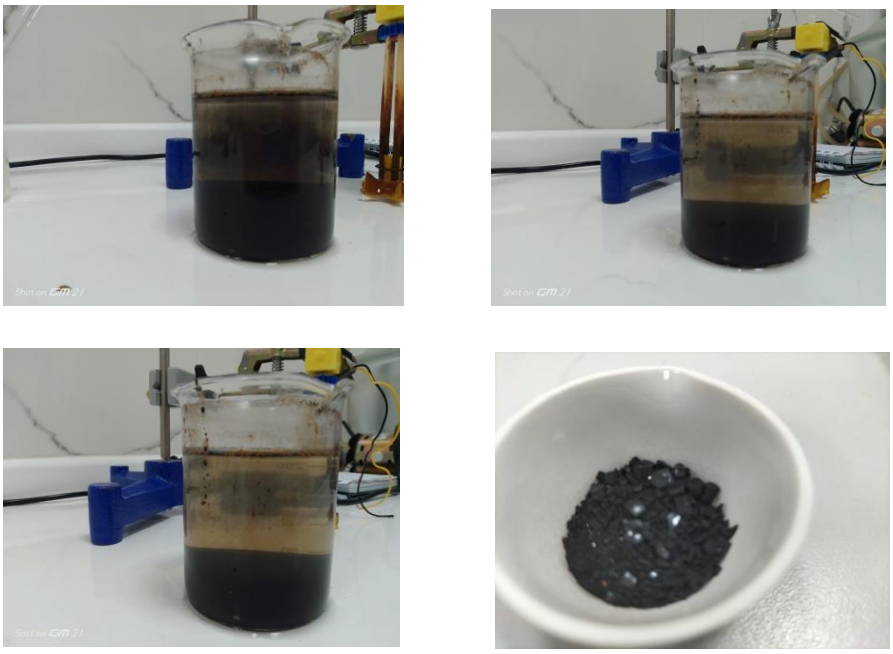
kullanılan hayvan dışkısının anaerobik çürütülmesi için bir reaktör tasarlanmış ve sentezlenen nanopartiküller kullanılarak metan gazı eldesine etkisi incelenmiştir.

MATERYAL VE METOT

a.Materyal Ve Metot

a.1. Manyetik Fe_3O_4 NP (nanopartikül) sentezi

Fe_3O_4 NP'ler birlikte çökeltme sentez yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. 5 mL saf su içerisinde 2,78 g. $FeSO_4.7H_2O$ ve 20 mL saf su içerisinde 5,4 g. $FeCl_3$ 20 dakika boyunca homojenize edilmiş ve bu işlemin sonunda iki karışım bir araya getirilerek 5 dakika boyunca çalkalanmışır. Bu karışım üzerine 8,33 mL HCl ve 16 mL saf su eklenerek karıştırma işlemine devam edilmiştir. Manyetik karıştırıcıya alınan karışım renginin kahverengiden siyaha renge dönüşümü gerçekleşinceye kadar 0,7 M NH_4OH damla damla ilave edilmiştir. Çökeltme işlemi sonrası katı kısım süzülerek üst suyundan ayrılmış ve saf su ile 3 tekrarlı yıkanmıştır. Son olarak etüvde 105°C'de 24 saat boyunca kurumaya bırakılmıştır. Herhangi bir sorun olmaması için elde edilen parçacıklar falkon tüp içerisinde muhafaza edilmiştir.



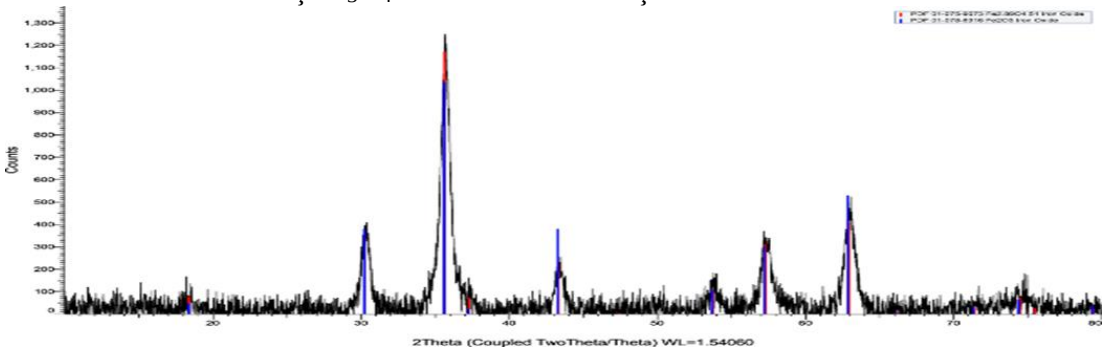
Resim 1,2,3 ve 4. Fe_3O_4 NP Sentez Aşamaları

a.2. Fe_3O_4 NP (Nanopartikül) Karakterizasyonu

Sentezlenen Fe_3O_4 NP'nin partikül şekil ve boyut karakterizasyonu SEM (MAIA3 XMU) ile gerçekleştirilmiştir. Fe_3O_4 nano taneciklerinin yaklaşık 40 nm gibi dar bir boyut dağılımı elde ettiği görülmüştür.

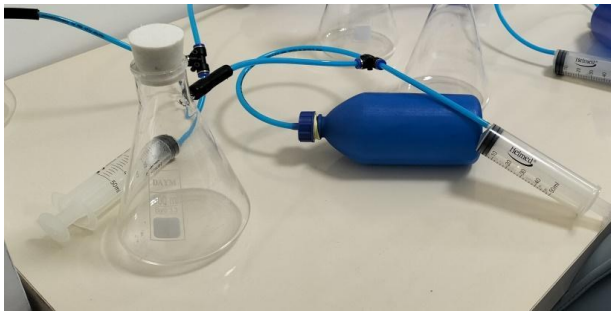
XRD analiz sonuçlarına göre, sentezlenen ürünün kimyasal formülünün Fe_3O_4 olduğu ve manyetik özelliğe sahip olduğu doğrulanmıştır.

Grafik 1. Sentezlenmiş Fe_3O_4 NP'nin XRD sonuçları



a.3. Laboratuvar ölçekli reaktörlerin kurulması ve işletimi

Reaktör için 500 mL hacimli nuçe erleni, deliksiz tıpa, pnömatik hortum, T tipi pnömatik konnektör, piset, alüminyum folyo ve 50 mL hacimli şırınga kullanılmıştır. İşleme başlamadan önce sistem içerisindeki hava vakumlanmıştır. Reaktör kapatıldıktan sonra nüce erleni ışık geçirgenliğini önlemek için alüminyum folyo ile sarılmıştır.



Resim 5. Reaktör düzeneği

Araştırma kapsamında büyükbaş hayvan dışkısı kullanılmış olup, kullanılan dışkı Kdz. Ereğli Kırmacı Mahallesinde büyükbaş hayvan besiciliği gerçekleştirilen bir ahırdan temin edilmiştir.

Temin edilen büyükbaş hayvan dışkısı bekletilmeden daha önceden hazırlanan reaktörlere konulmuştur. Her reaktör için 80 g. büyükbaş hayvan dışkısı, 50 mL su eklenmiştir. Bu işlemlerden sonra Fe_3O_4 nanoparçacıkları da ilave edilerek karışım köpürünceye kadar çalkalanmıştır. Reaktörler alüminyum folyo ile kaplandıktan sonra karanlık ortama bırakılmıştır. Karanlık ortamda her gün çalkalama işlemi gerçekleştirilmiş ve bu aşama 27 gün sürmüştür. Reaktörlerde kullanılan dozlar Tablo 1'de gösterilmiştir.

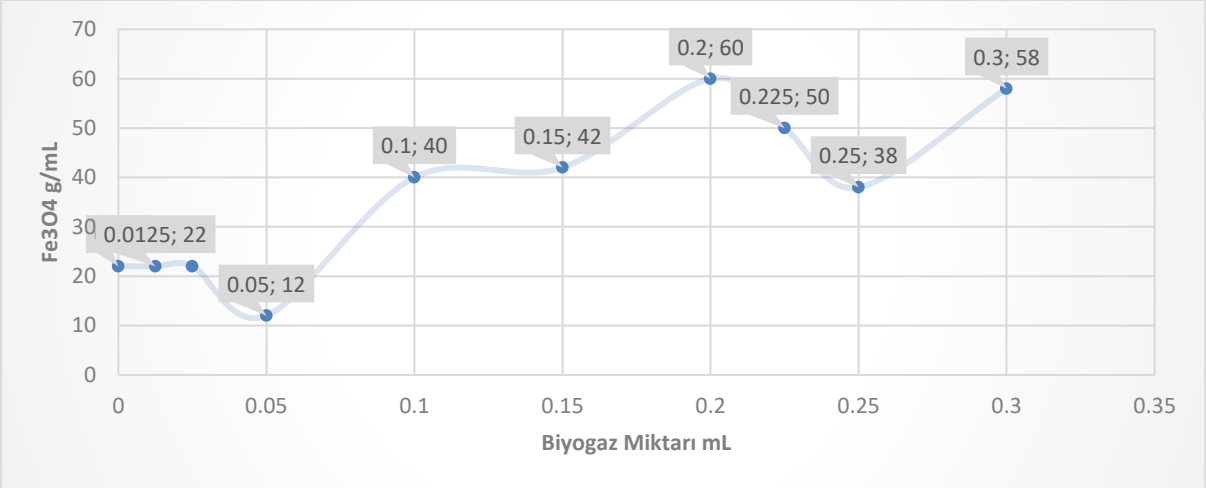
Tablo 1. Reaktör için kullanılan dozlar

Reaktör No	Eklenen Dışkı Miktarı	Eklenen Su Miktarı	Fe_3O_4 Konsantrasyonu g/L
Kontrol	80 g.	50 mL	0
2	80 g.	50 mL	0,0125
3	80 g.	50 mL	0,025
4	80 g.	50 mL	0,05
5	80 g.	50 mL	0,10
6	80 g.	50 mL	0,15
7	80 g.	50 mL	0,20
8	80 g.	50 mL	0,225
9	80 g.	50 mL	0,25
10	80 g.	50 mL	0,30

BULGULAR ve TARTIŞMA

27 gün sonunda reaktörler açılmış ve pisette toplanan hava şırıngaya gönderilerek hacim ölçümü gerçekleştirilmiştir. Kontrol reaktörü dahil 2. ve 3. Reaktörlerde çıkan gaz miktarının aynı olduğu (22 mL) tespit edilmiştir. 4 nolu reaktörde oluşan gaz miktarının en düşük (12 mL) 8 ve 10 nolu reaktörlerde oluşan gaz miktarının en yüksek (sırasıyla 60 mL, 58 mL) olduğu görülmüştür. Tek tekrarlı 10 reaktörden elde edilen veriler Grafik 2. de verilmiştir.

Grafik 2. Fe_3O_4konsantrasyonu / Biyogaz değişimi



Bu çalışma ülkemizin sahip olduğu biyokütleyi etkin ve verimli bir biçimde kullanılma yöntemi olarak değerlendirilmesi noktasında önemlidir. Kaldı ki Suanon ve diğerleri(2016), biyogaz üretim verimini arttırmak için 15 ◦C –40 ◦C arasında en iyi çoğalma yeteneğine sahip anaerobik çürütme işlemlerinde (37 ± 1 ◦C) iki ayrı demir nanopartikülü sıfır değerlikli demir (nZVI) ve manyetit (Fe_3O_4) kullanmışlardır. Sonuçta uygun şekilde demir nanopartikülleri kullanıldığında sadece biyogaz verimi artmayıp anaerobik çürütme işlem sırasında metallerin mobilizasyonunu da düzenleyip kontrol ettiği ve konu ile ilgili daha çok araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu bildirmişler, Demir ve Ateş (2021) de yaptıkları çalışmada atık su arıtımı ve diğer alanlarda dahil olmak üzere çeşitli uygulamalarda manyetik demir oksidin kullanımına son zamanlarda daha fazla ilgi duyulduğu ve demir oksitin anaerobik çürütücüde biyogaz ve metan üretimini olumlu etkilediği sonucuna varmışlardır.

SONUÇ

Gerçekleştirilen bu araştırma sonucunda, Fe_3O_4 nanopartiküllerinin konsantrasyonu artması ile biyogaz artışı görülmüş ve Fe_3O_4 nanopartikülleri kullanılmayan kontrol düzeneğindeki biyogaz hacmi Fe_3O_4 nanopartikülleri kullanılan reaktörlere göre düşük kalmıştır. Manyetik demir oksit kullanımının biyogaz ve metan üretimine olumlu katkı yaptığı değerlendirilmiştir.

TEŞEKKÜR

Öğrencisi olduğum ve çalışmalarımı destekleyen Kdz. Ereğli Şahinde Hayrettin Yavuz Bilim ve Sanat Merkezi'ne teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Abdelsalam, E., Samer, M., Attia, Y.A., AbdelHade, M.A., Hassan, H.E., Badr, Y., 2016. Comparison of Nanoparticles Effects on Biogas and Methane Production from Anaerobic Digestion of Cattle Dung Slurry. Renewable Energy, 87, 592–598.

Demir, Ö., Ateş,N. (2021). Manyetik nanopartiküllerin anaerobik çürütücüde biyogaz üretimi üzerine etkileri. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 36(2), 283-296.

Noonari, A.A., Mahar, R.B., Sahito, A.R., Brohi, K.M., 2019. Anaerobic Co-digestion of Canola Straw and Banana Plant Wastes with Buffalo Dung: Effect of Fe3O4 Nanoparticles on Methane Yield. Renewable Energy, 133, 1046–1054.

Ören Bogoçlu G. , Varbak Neşe S. COVİD 19'un Yenilenebilir Enerji Üzerine Etkileri: Sistematik Bir Analiz. International Periodical of Recent Technologies in Applied Engineering. 2022; 3(1): 10-17.

Suanon, F., Sun, Q., Mama, D., Li, J., Dimon, B., Yu, C.P., 2016. Effect of Nanoscale Zerovalent Iron and Magnetite (Fe3O4) on the Fate of Metals During Anaerobic Digestion of Sludge. Water Research, 88, 897–903.

➢ *ORAL PRESENTATION*

The effect of ultrasound (US) and ultraviolet radiation (UV) pretreatment on the biodegradation of polypropylene microplastics by *Bacillus cereus:* Growth kinetics and cytotoxicity investigation

Fadime KARAER ÖZMEN[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4423-205X)*, Tuğçe DEMİREL[1](*ORCID:*https://orcid.org/0000-0001-7565-3899)

[*1]Eskisehir Technical University, Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, Eskisehir, Turkey.

*Corresponding author e-mail: fadimek@eskisehir.edu.tr

Abstract

Fabulous handling and permanent accumulation of microplastics (MPs) in the ecosystems attitude a global threat to environmental and human health. The existing information of biotechnological, bioremediation and enzyme-mediated biodegradation approaches highlights the bacterial culture's potential regarding MPs elimination even though the most primary and secondary MPs are very slowly degraded like polypropylene (PP) MPs in general. Bacterial biodegradation of PP MPs is influenced by both the characteristics of the polymer, including chemical and physical properties, and environmental factors, such as light, heat, humidity, and the presence of chemicals. Considering the high molecular weight of MPs as a critical factor impeding their biodegradation, the physicochemical pre-treatments including chemical oxidizing agents, thermo-oxidation, ultraviolet irradiation (UV) and ultrasound (US) could also facilitate the biodegradation of long-chain MPs. The present study aimed to investigate the effect of *Bacillus cereus* (BC) isolates on the biodegradation of the PP MPs processing with UV and US pretreatment. Biodegradation studies were carried out for shake flask experiment were carried out by three approaches following UV, US, and UV+US pretreatment comparing the control group confirmed through weight loss of the PP MPs. The degradation of the PP MPs was observed in BC, BC+UV, BC+US in single approach, while in combined approach BC+UV+US recorded the highest degradation in the PP MPs. The growth of new functional groups is confirming the biofilm formation in the surface area of the PP MPs by isolates and proving their efficiency in degrade the microplastics. Further the collected weight loss data of the PP MPs were proceeded with first-order kinetic model for calculation of utilization constant rate (K) incorporated to the half-life ($T_{1/2}$) enhanced by US, UV and US+UV pretreatments. The FTIR Spectroscopy analyses were carried in the of PP MPs in the range of 700 to 4000 cm^{-1} frequency at the beginning and end of the experiment. In BC+UV+US treated PP MPs, sharp peak referring alcohol compounds from O–H stretching groups were identified in the wavelengths of 3600 cm^{-1} with a greater number of carbonyl, phenol, and hydroxyl groups which is increasing hydrophilicity of BC isolates and could enhance the degradation of plastics and reducing cytotoxicity. The highest growth was observed in growth profile of BC isolates in UV+US pretreated PP MPs.

Keywords: biodegradation, polypropylene, microplastics, ultrasound (US), ultraviolet radiation (UV), *Bacillus cereus*, growth kinetics, cytotoxicity

INTRODUCTION

Fabulous usage and continuous accumulation of microplastics (MPs) in the ecosystems attitude a global threat to environmental and human health. The existing information of biotechnological, biodegradation and enzyme-mediated biodegradation approaches highlights the bacterial culture's potential regarding MPs elimination. Bacterial biodegradation of MPs is influenced by both the characteristics of the polymer, including chemical and physical properties, and environmental factors, such as light, heat, humidity, and the presence of chemicals (Lawson Miri et al., 2022). The degradation of MPs must be cost-effective and resulting zero-waste to protect the ecosystem, and the present findings of MPs biodegradation studies might be the approach to degrade the MPs and cover the MPs pollution in aquatic environment (Zurier and Goddard 2021).

Plastics consumption is increasing in the many areas such as daily routines, human health applications and aesthetics. The foremost plastic particles in the form of MPs discharged into the environment are made up of polyethylene (PE), polypropylene (PP), polyvinylchloride (PVC), polystyrene (PS) and polyethylene terephthalate (PET) (Rana et al., 2022). MPs are impending pollutants of developing fretfulness because of their extensive amounts in all environmental ecosystems following atmospheric, terrestrial, and aquatic. They are described as plastic particles with a particle size of 1 μm–5 mm and are accessible in different primary and secondary types, sizes, shapes, and polymer compositions (Shabbir et al. 2020). It is stated that there are two main sources of MPs as primary and secondary MPs. The plastics produced by numerous narrow maintenance goods and aimed to be small are identified as primary MPs such as microbeads and

fiber pieces stemming from in-used clothing or splashing the textiles directly discharged into the ecosystem while secondary MPs are created from the breakup or withstanding of bigger plastics particles in the nature. There is no trustworthy quantitative data on the contribution of MPs from altered sources (Lawson Miri et al., 2022). At large, most artificial polymers like PE, PP, and PS are very deliberately degraded (Zhang et al. 2021), and the boosted alarm of MPs pollution in the atmospheric, terrestrial, and aquatic environment has outstretched the tendency to use the bioplastics such as polyhydroxybutyrate (PHB), polybutylene succinate (PBS), polyglycolide and polylactic acid (PLA). Consequently, these bioplastics could act as an alternative to reduce MPs pollution, but there are still limited data for the assessment of bio-based MPs requiring extensive investigation and a profounder understanding of their interaction with the nearby ecosystem (Lambert and Wagner 2017). MPs are supposed harmful to environment and humans due to their persistence and bioaccumulation properties because they contain other toxic substances like pigments, plasticizers, flame retardants during manufacturing or gathered pathogens, polycyclic aromatic hydrocarbons, and metals during their transports through the environment in addition to their toxic micro-size effects (Sun et al. 2022).

Once MPs are released or formed in the environment, they will endure withstanding, fate and transportation processes combining biological and physiochemical mechanisms, finally MPs transport from surface waters to sediments. Wastewater treatment plants (WWTPs) are the foremost paths for the extent of secondary MPs into the terrestrial, and aquatic environment when the treated water effluent is discharged into the surface waters and the sewage sludge applied to soils as fertilizer, correspondingly. To this point, water treatment methods involving absorption, adsorption, filtration, and chemical treatments are primarily used in addition to current methods for disposing of MPs (Sun et al. 2022). Bioremediation of MPs have been recently elicited to challenge the MPs pollution as an alternative method to minimize the presence of MPs in the environment. To address complex issues regarding the bioremediation of MP pollution (Hossain et al. 2022). It is obviously stated that the multi-disciplinary research strategies are necessary to assess, screen and characterization of efficient microorganisms such as bacteria and fungi using advanced assessment tool, and assessment of MPs toxicity.

Bioremediation is encouraging approach to prevent MPs pollution, and the degradation of polymer and MPs, including chemical, physical, and biological processes in the environment. The bacterial biodegradation of MPs includes following steps: i) initial degradation of polymers in lower size particles from large polymeric structures, ii) degradation of polymers to their oligomer, dimer and monomers and, iii) mineralization of MPs by bacterial biomass (Blair Espinoza, 2019).The MPs breakdown to carbon dioxide (complete mineralization) by several enzymes, and the transformation of produced intermediates to use as a source of energy and biomass production finally. However, the degradation of MPs generally occurs because of the frag mentation of plastic and the alteration of its chemical and physical properties, resulting in a molecular weight reduction of plastic material (Paço et al. 2017). Several types of mechanisms are available such as chemical (chemical hydrolysis and oxidation), physical (freeze-thawing, heating, and high pressure), photo-oxidation, and thermal. biodegradation of plastic involves the action of microbial (bacterial or fungus) enzymes for the scissoring of bioplastics into easily metabolizable dimers, oligomers, and monomers such as lipase hydroxylase, depolymerase and protease (Haider et al., 2019). In general, degradation can occur naturally by any means mentioned above. Once the product has been disintegrated, microorganisms feed on those products as a key carbon source for their growth and reproduction (Auta et al. 2018). Considering the high molecular weight of MPs as a critical factor impeding their biodegradation, the physicochemical pre-treatments including chemical oxidizing agents, thermo-oxidation, ultraviolet irradiation (UV) and ultrasound (US) could also facilitate the biodegradation of long-chain MPs (Chen et al. 2020). MPs are considered an emerging contaminant, as the MPs data from soil and water is lacking, limiting the understanding of their impact on the environment. Due to the shortage of quantitative data on micro- plastics, it is challenging to depict its ecotoxicological risks on the surrounding environment.

The present study provides the biodegradation recent the effect of Bacillus cereus (BC) isolates on the PP MPs processing with UV and US pretreatment. The results summarize the biodegradation of synthetic PP MPs with different pretreatment approaches following UV, US, and UV+US confirming the biofilm formation in the surface area of the PP MPs and enhancing the degradation of polymer and reducing cytotoxicity.

MATERIALS AND METHODS

Polypropylene (PP) were acquired from Sigma-Aldrich (USA), and supplied as spheroid pellets, 1–2.4 mm in diameter. PP pellets were mechanically cut, and the resulting fragments sieved to obtain microplastics particles (MPs) with a size range 250 μm < PP MPs < 1000 μm. These materials were treated using single ultraviolet radiation (UV, 254 nm UV-C 8 W), single ultrasound (US, 45 kHz, 100 W) treated) and their hybrid application, (UV+US) for 1 hour before the biodegradation studies.

In the biodegradation studies, marine originated *Bacillus cereus* bacteria strain was used to degrade PP at 35°C and pH of 7.5 for following scenarios: i) control studies illustrating only bacterial degradation (BC), ii) US-treated PP MPs bacterial degradation (BC+US), iii) UV-treated PP MPs bacterial degradation (BC+UV), and iv) US and UV treated PP MPs bacterial degradation (BC+US+UV) in order to show pretreatment effect on the bacterial degradation of PP MPs. In the microbial inoculum preparation and assay for PP microplastic biodegradation, Bacillus *cereus* bacteria as microplastic degraders were regrown as pure cultures on freshly prepared nutrient broth (NB) and were allowed to grow in a rotating shaker at 29 °C until cultures attained log for 18 hours. The cell densities of the inoculum were adjusted to 6.0×10^8 CFU/ml (implying the concentration of bacterial cells at the beginning of the experimental set-up). Ten percent of the log phase cultures (including 6.0×10^7 CFU/ml bacterial cell densities) were inoculated into centrifuge tube containing 50 ml of NB medium and 0.5 g of sterilized PP microplastics (250 μm < PP MPs < 1000 μm in diameter) for the biodegradation assay. For the control, un-inoculated BH broth supplemented with PP microplastics was maintained under similar conditions. The bacterial cell densities (CFU/ml), pH and weight of PPMPs were monitored every day for a period of 21 days. All experiments were performed in triplicates (Nanthini et al. 2021).

The PP MPs were recovered from the NB through filtration and sieving. The bacterial films colonizing the plastic particles were removed by washing (two-step washing, with 5 min at 5000 rpm by centrifugation for each step with 70% ethanol), and then dried in a hot-air oven at 50 °C overnight (Auta et al. 2018). The residual PP MPS weight was determined to measure the extent of degradation by using the analytical balance with a readability of 0.0001 g. The initial weights of the pre-incubated PP microplastic particles were also measured. The weight loss of the PP microplastics in percentage was determined using Eq. 1:

$$\% \text{ Weight loss } \frac{W_0 - W}{W_0} \times 100 \quad (1)$$

Where

W_0: the initial weight of the polymer (g) and

W: the residual weight of the polymer (g).

The data were further processed to determine the rate constant of PP MPs reduction by using the first-order kinetic model based on the initial and final weights along specific intervals using Eq. 2 (Alaribe and Agamuthu, 2015). is as follows:

$$K = -\frac{1}{t}\left(In\frac{W}{W_0}\right) \quad (2)$$

Where

K: the first-order rate constant for PP MPs uptake per day,

T: time in days,

W: the weight of residual PP microplastics (g) and

W_0: the initial weight of PP microplastics (g).

Then the generated first-order rate constant data (K) were incorporated to the calculation of the half-life ($T_{1/2}$) as per the Alaribe and Agamuthu (2015).

$$T_{1/2} = \frac{In(2)}{K} \quad (3)$$

The changes in the structure of the microplastic polymers with subsequent bacterial incubation were carried out by Fourier transform infrared spectrophotometer (FTIR- Shimadzu IRTracer-100) and attenuated total reflectance (ATR-Pike Tech). FTIR-ATR spectroscopy allowed to analyze solid or liquid samples to be

measured with minimum volume or weight without making KBr disk requirement easily and fast. The PP MPs samples were dried at 60 °C for 1 h to remove water moisture before the FTIR-ATR analyses. The prepared PP MPs samples were analyzed with FTIR-ATR with 4 cm^{-1} resolution between 4000 and 700 cm^{-1} wavelengths (Gedik et al. 2021).

The morphology of the degraded PP MPs was viewed after the experimental time. The morphological analysis of the resultant PP MPs samples that was carried out by SEM (SEM, Hitachi TM3030Plus Benchtop) and the chemical composition was determined by energy dispersive spectrum (EDS, Oxford Instruments Swift ED3000) using 20 kVA target voltage, 8.8 mm working distance and 500× magnification with Au coating (Demirel et al. 2022).

The cytotoxicity tests of the degraded PP MPs samples were analyzed with Microtox Model 500 (Azur Environmental Carlsbad, USA). The lyophilized *Vibrio fischeri* bacteria (NRRL number B-11177, Microtox Acute reagent, Modern Water, USA) with luminescence characteristics were used as test microorganism. The *Vibrio fischeri* bacteria were incubated with reconstitution solution (nontoxic ultra-pure water, Modern Water, USA) and osmatic adjuster solution (22% sodium chloride, Modern Water, USA) at 15 °C during 15 min in glass cells. Four serial dilutions of the sample were prepared with dilution solution (2% sodium chloride, Modern Water, USA), and the samples were tested with the bacteria to obtain lethal concentration required for 50% death of bacteria (LC_{50}) (Özmen et al. 2021).

RESULTS and DISCUSSION

The present study aimed to investigate the effect of *Bacillus cereus* (BC) isolates on the biodegradation of the PP MPs processing with UV and US pretreatment. The effect of pretreatment methods on PP MPs biodegradation was illustrated in the Figure 1 and the weight loss, the rate constant, and the half-life of PP MPs was summarized in the Table 1.

Biodegradation studies were carried out for shake flask experiment were carried out by three approaches following UV, US, and UV+US pretreatment comparing the control group confirmed through weight loss of the PP MPs. The highest degradation of PP MPs was observed in BC (5.41± 0.025%) in single approach, BC+US (4.01 ± 0.025%), and BC+UV (9.60 ± 0.025%) in dual approach, while in combined approach BC+US+UV recorded the highest degradation in both PP MPs (10.86 ± 0.025%) to further biodegradation experiment for 21 days. Likewise, BC+US+UV resulted highest daily reduction rate as 0.00590 day^{-1} to reduce weight of PP MPs while the rate constant was observed as 0.00490 day^{-1}, 0.00280 day^{-1}, and 0.00210 day^{-1} for BC+UV, BC+US, and BC, respectively. The half-life by four scenarios to reduce the PP MPs were 330.1(BC), 247.6 (BC+US), 141.5 (BC+UV) and 117.5 (BC+UV+US) days.

The results of biodegradation studies were expressed as average of three independent experiments with error bar using standard deviation (SD). Each experiment was performed with three parallels. Statistical significance of the difference of the weight loss of the PP microplastics among each trial was determined by analysis of variance (ANOVA) using two-way post hoc statistical test. To show reliability of measurement, p value obtained from two-way ANOVA test was given for each disinfection study. The results obtained from the study are given in Figure 1 and post hoc statistic test results of biodegradation study was summarized in Table 2.

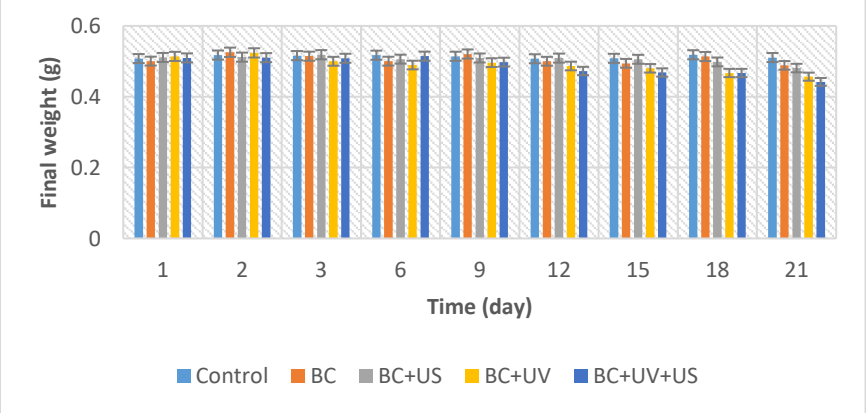


Figure 1. Weight loss of microbially treated PP MPs after incubation for 21days illustrating the effect of pretreatment methods on PP MPs biodegradation

Table 1. The results of biodegradation studies

Scenarios	Initial weight (g)	Final weight (g)	Weight loss (%)	Removal constant (K) day^{-1}	Half-life (days)
Control	0.50000	0.50000	-	-	∞
BC	0.50000	0.46891	5.41	0.00210	330.1
BC+US	0.50000	0.47585	4.01	0.00280	247.6
BC+UV	0.50000	0.44813	9.60	0.00490	141.5
BC+UV+US	0.50000	0.44187	10.86	0.00590	117.5

Auta et al. (2018) evaluated the growth response and mechanism of PP MPs degradation by *Bacillus sp. strain 27* and *Rhodococcus sp. strain 36* isolated from mangrove sediments upon exposure to PP MPs. They stated that both bacteria strains were able to utilise PP MPs for growth as confirmed by the reduction of the polymer mass reducing 6.4% by *Rhodococcus sp. strain 36* and 4.0% by *Bacillus sp. strain 27* after 40 days of incubation. PP biodegradation was further confirmed using Fourier-transform infrared spectroscopy and scanning electron microscopy analyses, which revealed structural and morphological changes in the PP microplastics with microbial treatment. These analyses showed that the isolates can colonise, modify and utilise PP microplastics as carbon source. In other study, Nanthini et al. (2021) investigated the microplastic degradation efficiency of bacterial isolates collected from Vaigai River, Madurai, India. The isolates were processed with proper methods and incorporated into the UV-treated polyethylene (PE) and polypropylene (PP) degradation. Based on preliminary screening, four bacterial isolates such as *Bacillus sp. (BS-1), Bacillus cereus (BC), Bacillus sp. (BS-2),* and *Bacillus paramycoides (BP)* were proceed to further degradation experiment for 21 days. The highest degradation of PP and PE were observed in BP ($78.99 \pm 0.005\%$), and BC ($63.08 \pm 0.009\%$) in single approach, while in combined approach BC and BP recorded the highest degradation in both PP ($78.62 \pm 2.16\%$), and PE ($72.50 \pm 20.53\%$). This result indicated that PP MPs biodegradation can be enhanced with further bacterial strains and mix culture studies in addition to UV and US pretreatments.

Table 2. ANOVA table and descriptive statistical values of the biodegradation studies

Anova: Two-Factor				
Summary	***Trial***	***Sum***	***Average***	***Variance***
Control	3	1.4871875	0.49572917	5.0814E-05
BC	3	1.40673066	0.46891022	4.5464E-05
BC+US	3	1.42755128	0.47585043	4.682E-05
BC+UV	3	1.34438776	0.44812925	4.1524E-05
BC+UV+US	3	1.32561945	0.44187315	4.0373E-05
Source of Variation	*SS*	*F*	*P-value**	*F crit*
Rows	0.00044921	2298.01382	9.1161E-12	4.45897011
Columns	0.00567223	14508.7002	1.8042E-15	3.83785335
Error	7.8191E-07	8	9.7738E-08	
Total	0.00612222	14		

*P value was calculated as 9.1161E-12 and 1.8042E-15 using two-way ANOVA test. This value showed that there is no significant difference of each measurement among each three independent biodegradation experiment of three treatment conditions because $p < 0.01$)

The FTIR spectra of the PP MPs, US-treated, UV-treated, and US+UV-treated PP MPs, with BC strain for a period of 6 days in aqueous media are shown in Figure 3 (a), (b), (c) and (d), respectively. The FTIR Spectroscopy analyses were carried in the of PP MPs in the range of 700 to 4000 cm^{-1} frequency at the beginning and end of the experiment. In BC+UV+US treated PP MPs, sharp peak referring alcohol compounds from O–H stretching groups were identified in the wavelengths of 3600 cm^{-1} with a greater number of carbonyl, phenol, and hydroxyl groups which is increasing hydrophilicity of BC isolates and could enhance the degradation of plastics and reducing cytotoxicity shown as Figure 2. The highest growth was observed in growth profile of BC isolates in UV+US pretreated PP MPs indicating in the Figure 4. Similarly, Auta et al. (2018) evaluated the PP MPs biodegradation using Fourier-transform infrared spectroscopy and scanning electron microscopy analyses, which revealed structural and morphological

changes in the PP MPs with microbial treatment. These analyses showed that the isolates can colonize, modify, and utilize PP MPs as carbon source.

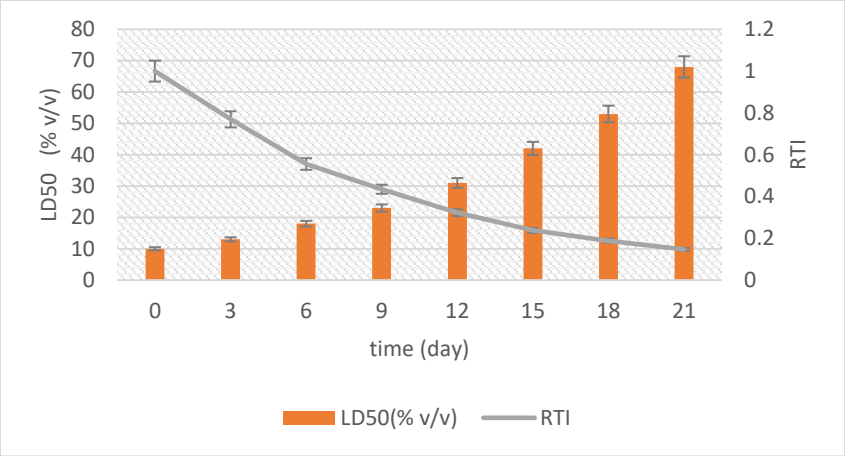
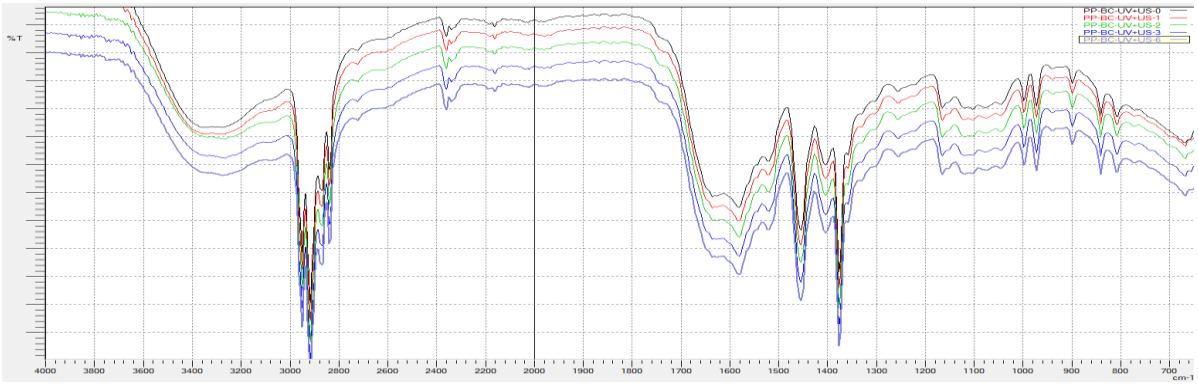


Figure 2. The cytotoxicity reduction of PP MPs with BC+UV+US biodegradation





(D)

Figure 3. FTIR spectrum of PP MPs (A) BC-treated, (B) BC-US-treated (c) BC-UV treated (d) BC-UV - US treated

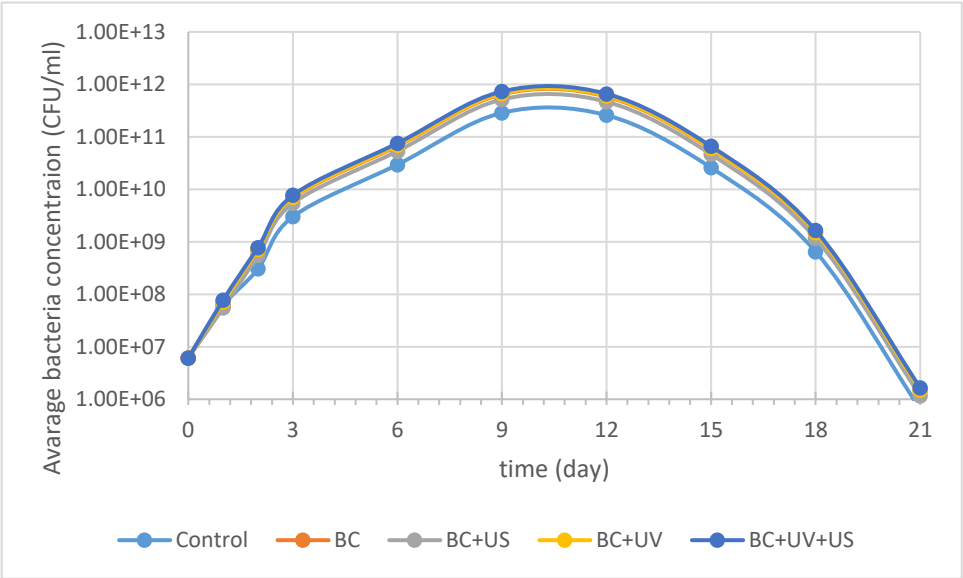


Figure 4. Growth profile of *Bacillus cereus (BC)* during biodegradation assay

CONCLUSION

The present study aimed to investigate the effect of *Bacillus cereus (BC)* isolates on the biodegradation of the PP MPs processing with UV and US pretreatment. Biodegradation studies were carried out for shake flask experiment were carried out by three approaches following UV, US, and UV+US pretreatment comparing the control group confirmed through weight loss of the PP MPs. The degradation of the PP MPs was observed in BC, BC+UV, BC+US in single approach, while in combined approach BC+UV+US recorded the highest degradation in the PP MPs. The growth of new functional groups is confirming the biofilm formation in the surface area of the PP MPs by isolates and proving their efficiency in degrade the microplastics. Further the collected weight loss data of the PP MPs were proceeded with first-order kinetic model for calculation of utilization constant rate (K) incorporated to the half-life ($T_{1/2}$) enhanced by US, UV and US+UV pretreatments. The FTIR Spectroscopy analyses were carried in the of PP MPs in the range of 700 to 4000 cm^{-1} frequency at the beginning and end of the experiment. In BC+UV+US treated PP MPs, sharp peak referring alcohol compounds from O–H stretching groups were identified in the wavelengths of 3600 cm^{-1} with a greater number of carbonyl, phenol, and hydroxyl groups which is increasing hydrophilicity of BC isolates and could enhance the degradation of plastics and reducing cytotoxicity. The highest growth was observed in growth profile of BC isolates in UV+US pretreated PP MPs.

REFERENCES

Alaribe FO, Agamuthu P 2015. Assessment of phytoremediation potentials of Lantana camara in Pb impacted soil with organic waste additives. Ecol Eng 83:513–520

Auta HS, Emenike CU, Jayanthi B, Fauziah, SH 2018. Growth kinetics and biodeterioration of polypropylene microplastics by Bacillus sp. and Rhodococcus sp. isolated from mangrove sediment. Marine Pollution Bulletin, 127, 15-21.

Blair Espinoza, R.M., 2019. Microplastics in Wastewater Treatment Systems and Receiving Waters. University of Glasgow.

Chen, Z et al. 2020. Enhanced in situ biodegradation of microplastics in sewage sludge using hyperthermophilic composting technology. Journal of hazardous materials, 384, 121271.

Demirel T, Özmen FK, Yavuz Y, Koparal AS 2022. The effect of electrocoagulation (EC) on total arsenic, arsenite (As3+) and arsenate (As5+) species removal from model groundwater investigating toxicity and sludge characteristic. Applied Water Science, 12(6), 1-13.

Gedik T, Özmen FK, Karel FB, Koparal AS 2021. Treatment of metal cutting wastewaters in bipolar trickle tower reactor by electrocoagulation and electrochemical-fenton methods: reduction of organic matter, boron, heavy metals, and toxicity with sludge characterization. Water, Air, & Soil Pollution, 232(12), 1-17.

Hossain, S et al. 2022. Microplastics biodegradation by biofloc-producing bacteria: An inventive biofloc technology approach. Microbiological Research, 127239.

Lambert S, Wagner M 2017. Environmental performance of bio-based and biodegradable plastics: the road ahead. Chemical Society Reviews, 46(22), 6855-6871.

Miri S, Saini R, Davoodi SM, Pulicharla R, Brar K, Magdouli S 2022. Biodegradation of microplastics: better late than never. Chemosphere, 286, 131670.

Nanthini Devi K, Raju P, Santhanam P, Dinesh Kumar S, Krishnaveni N, Roopavathy J, Perumal P 2021. Biodegradation of low-density polyethylene and polypropylene by microbes isolated from Vaigai River, Madurai, India. Archives of Microbiology, 203(10), 6253-6265.

Özmen FK, Üreyen ME, Koparal AS 2020. Cleaner production of flame-retardant-glass reinforced epoxy resin composite for aviation and reducing smoke toxicity. Journal of Cleaner Production, 276, 124065.

Paço A et al. 2017. Biodegradation of polyethylene microplastics by the marine fungus Zalerion maritimum. Science of the Total Environment, 586, 10-15.

Rana AK et al., 2022. Recent developments in microbial degradation of polypropylene: Integrated approaches towards a sustainable environment. Science of The Total Environment, 826, 154056.

Shabbir S et al. 2020. Periphytic biofilm: An innovative approach for biodegradation of microplastics. Science of the Total Environment, 717, 137064.

Sun, Q et al. 2022. Research progress on distribution, sources, identification, toxicity, and biodegradation of microplastics in the ocean, freshwater, and soil environment. Frontiers of Environmental Science & Engineering, 16(1), 1-14.

Zhang K et al. 2021. Understanding plastic degradation and microplastic formation in the environment: A review. Environmental Pollution, 274, 116554.

Zurier HS, Goddard JM 2021. Biodegradation of microplastics in food and agriculture. Current Opinion in Food Science, 37, 37-44.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Antioksidan bir enzim olarak mimik GPx geliştirilmesi ve etkinliği

Nurana RASHIDOVA[1] (https://orcid.org/0000-0002-1064-3195), Arzu ERSÖZ[1] (https://orcid.org/0000-0002-2726-2065)

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Eskişehir, Türkiye

E-mail: nuranarashidovaa@gmail.com

Özet

İnsan vücudunun yakıt için oksijeni yakması iyi bir şey olsa da bu sürecin sonunda serbest radikallerle birlikte zararlı birleşikler de üretilir. Oksijen mitokondride yakılarak ATP üretilir. Çok fazla zararlı bileşik üretilirse mitokondri, daha fazla ATP üretmek için glutatyona ihtiyac duyar. Bu nedenle glutatyon vücut için çok önemli fonksiyona sahip birincil antioksidandır. Glutatyon peroksidaz (GPx), glutatyonun H_2O_2'e bağlanmasına, indirgeyerek suya dönüşmesine ve idrarla dışarı atılmasını sağlayan enzimdir. GPx, kararlı durum seviyesini sıkı bir şekilde düzenleyerek biyomolekülleri oksidatif hasardan korur. Bu sebeple çalışmada, antioksidan enzimin aktivitesini taklit edebilen, selenosistein ve glutatyon tabanlı monomer kullanarak polietilen glikol diakrilat (PEG-DA) eşliğinde GPx mimik selenoenzim tasarlanmıştır. GPx mimiğin NO substratlarından (minoksidil, dinitroarginin ve trinitrotoluen) nitrik oksit (NO) salınımı NOS-kit kullanarak ölçülmüştür. NO aktivitesi sırasıyla 0,0034 mU/mg, 0,0167 mU/mg, 0,0050 mU/mg, 0,0052mU/mg olarak bulunmuştur. Aynı zamanda mimik GPx ın antioksidan aktivitesi için Paglia ve Valentine tarafından sunulan spektrofotometri yöntemi uygulanmıştır (Sedaghatfard vd., t.y.). Yöntemin temeli, 340 nm'de NADPH absorpsiyonundaki azalmanın glutatyon peroksidaz aktivitesi ile orantılı olmasıdır. Çalışmanın sonuçları, minoksidil, dinitroarginin ve trinitrotoluenden NO salınımını ve ayrıca H_2O_2'nin indirgenmesini katalize eden bir mimik enzim olduğunu ve bu yönde yapılacak çalışmalarda kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: mimik GPx, antioksidan, NOS kit, NO

Development and effectiveness of mimic GPx as an antioxidant enzyme

Abstract

While it's good that the human body burns oxygen for fuel, this process produces harmful compounds along with free radicals at the end of the process. Oxygen is burned in the mitochondria to produce ATP. When too many harmful compounds are produced, the mitochondria need glutathione to produce more ATP. Therefore, glutathione is the primary antioxidant with very important functions for the body. Glutathione peroxidase (GPx) is the enzyme that binds glutathione to H2O2, converts it to water by reducing it and is excreted in the urine. GPx tightly regulates the steady-state level, protecting biomolecules from oxidative damage. For this reason, in this study, GPx mimic selenoenzyme was designed in the presence of polyethylene glycol diacrylate (PEG-DA), using selenocysteine and glutathione-based monomer, which can mimic the activity of the antioxidant enzyme. Nitric oxide release from NO substrates (minoxidil, dinitroarginine, and trinitrotoluene) of the GPx mimic was measured using the NOS-kit. NO activity was found as 0.0034 mU/mg, 0.0167 mU/mg, 0.0050 mU/mg, and 0.0052mU/mg, respectively. At the same time, the spectrophotometry method presented by Paglia and Valentine was applied for the antioxidant activity of mimic GPx (Sedaghatfard et al., n.y.). The basis of the method is that the decrease in NADPH absorption at 340 nm is proportional to glutathione peroxidase activity. The results of the study revealed that it is a mimic enzyme that catalyzes the release of NO from minoxidil, dinitroarginine and trinitrotoluene, as well as the reduction of H_2O_2, and can be used in studies in this direction.

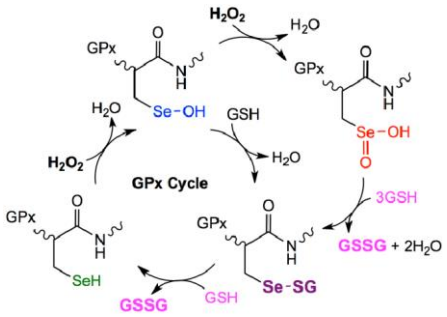
Keywords: mimic GPx, antioxidant, NOS kit, NO

Giriş

Tiyol kofaktörleri ile hidroperoksitlerin indirgenmesini katalize ederek hücrenin membran bütünlüğünü sağlayan ve biyomoleküllerde oksidatif hasarı önleyerek antioksidan aktivite sergileyen glutatyon peroksidaz (GPx), iyodotironin deiyodinaz ve tioredoksin redüktaz gibi üç ana memeli selenoenzimden biridir. Bu selenoproteinlerin her üçü de redoks aktif selenyum parçası içermektedir. Proteinlerde bu parça 21. amino asit olan selenosisteindir (Sec). Aktif bölgede Sec kalıntısının varlığı katalitik avantaj sağlamaktadır. Yapılarında bu kadar benzerlik olsa da, substrat özgüllüğü, katalitik mekanizmaları ve kofaktör sistemleri farklılık göstermektedir (Bhabak & Mugesh, 2010). Tripeptit glutatyon (GSH), peroksidazda monotiyol kofaktör olarak, aynı zamanda aktif bölgedeki selenolü reaktif oksijen türleri tarafından gerçekleştirilen inaktivasyondan korumaktadır (Sarma & Mugesh, 2008).

GSH'nin varlığında, GPx'deki Sec parçası, genellikle selenol halinde bulunmaktadır. Hem glutatyondaki tiyol grubu hem de glutatyon peroksitdeki selenol grubu hidroperoksitlerle reaksiyona girebilmesine rağmen, peroksit substratları ile enzimde bulunan selenol kısmı reaksiyona girmektedir. Çünkü Sec kalıntısı triptofan (Trp) ve glutamin (Gln) ile birlikte üçlü halde yer almaktadır. Sec, Trp ve Gln kalıntıları selenyumlu GPx'lerde birlikte bulunmaktadırlar. Sec'in Trp kısmının indol halkası ve Gln kısmının amido grubu ile hidrojen bağı hem selenol grubunu stabilize etmekte hem de Sec'in hidroperoksitlere karşı reaktivitesini de arttırmaktadır. Bu nedenle; peroksidazlardaki hemede bulunan demirin ana işlevi, antioksidan aktivitesi ile ilişkili olmasa da GPx'deki selenyumun reaktivitesi ile karşılaştırılabilinmektedir.

GPx'in katalitik döngüsünü ele alırsak, selenolün (E-SeH) oksidasyonu ile selenenik asit (E-SeOH) üretilmektedir. Yeni E-SeOH elektrofiliktir, dolayısıyla GSH ile reaksiyona kolay bir şekilde girerek selenenil sülfiti (E-SeSG) üretmektedir. Son çalışmalar, selenenil sülfitlerin selenollere indirgenmesinin büyük enerji bariyerlerini aşması gerektiğinden, (E-SeH) formunu yeniden oluşturmak için -Se-S- bağına ikinci bir GSH saldırısının olduğunu göstermektedir. GSH, karşılık gelen disülfide (GSSG) oksitlenirken, hidrojen peroksit suya indirgenmektedir. Ortamda bulunan peroksit derişimi GSH den fazla olduğunda, selenik asitteki selenyum merkezi (E-SeOH), seleninik asit (E-SeO_2H) üretmek için daha fazla oksidasyona uğramaktadır (**Şekil 1**) (Bhabak & Mugesh, 2010).

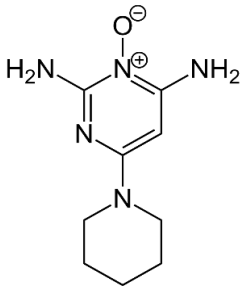


Şekil 1. GPx katalitik aktivitesi (Bhabak & Mugesh, 2010)

Literatür araştırmalarında, GPx benzeri aktivitesi bulunan selenyum bileşiklerinin, tiyoller ve peroksitlerle reaksiyon tepkimeleri iki kategoriye ayrılmaktadır. İlk kategoride, bileşikler fazla miktarda tiyol ile reaktif selenol üretmekteler. Bu reaksiyonlar bir veya iki aşamalı şekilde gözlemlenmektedir. Daha sonra peroksitlerle reaksiyona girerek gelen selenenik asitler üretilmektedir. Üretilen selenenik asitler, tiyollerle daha fazla reaksiyona girerek selenolleri yeniden oluşturmakta olup ikinci sınıf bileşikler diğerinin aksine herhangi bir selenol üretmemektedirler. Selenyum bileşikleri sadece tiyollerin varlığında SeII–SeIV redoks döngüleri yoluyla peroksitleri indirgemektedir (Bhabak & Mugesh, 2008).

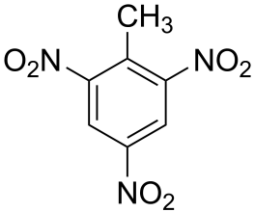
Bu çalışmada; substrat olarak kullanılan Minoksidil (2,6-diamino-4-[l-piperidinil] pirimidin-1-Noksit) (Şekil 2), hem sistemik olarak uygulandığında genel hipertrikozu, hem de topikal olarak uygulandığında lokalize saçın yeniden büyümesini indükleme kabiliyetine sahip bir anti-hipertansif ajan olarak iyi bilinmektedir (Harding vd., 1992). Minoksidilin nasıl saç büyüttüğünün mekanizmaları kesin olarak ortaya konamamıştır. Minoksidil bir potasyum kanal agonistidir. Aynı zamanda yapısına bakılarak bilindik vazodilatör otakoid olan NO agonisti olduğu da düşünülmektedir. Bu, minoksidilin vazodilatör etkisini

açıklar, saç büyümesi damarların genişlemesine bağlı olabilir. 10-1000 pM arasında değişen derişimlerde minoksidilin, DNA sentezinin inhibisyonuna neden olduğu bulunmuştur (Aldhalimi vd., 2014). Literatür araştırmalarında Minoksidil'in NOS aktivitesi ile ilgili çalışmalar bulunmamaktadır.



Şekil 2. Minoksidil

2,4,6-Trinitrotoluen (TNT) (Şekil 3), 20. yüzyılın başından beri askeri patlayıcı olarak kullanılmaktadır. İşçilerin TNT'yi solunumu sonrası karaciğer, hematopoietik sistem, göz ve kardiyovasküler sistemde toksisiteye neden olduğu gösterilmektedir (Sun vd., 2005). Ayrıca; TNT'nin, süperoksit (O_2S) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) gibi reaktif oksijen türleri (ROS) üreten bir redoks indirgemesinden geçtiği bildirilmektedir. Son çalışmalar, normal katalitik yoldan elektronları uzaklaştırarak eNOS ve nNOS'un enzim aktivitesi üzerinde güçlü bir inhibitör etkiye sahip olduğunu ve dolayısıyla kan basıncını yükselttiğini ve bunun da NO üretiminde bir azalmaya neden olduğunu göstermektedir.

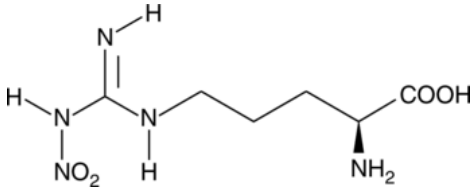


Şekil 3. 2,4,6-Trinitrotoluen

Kumagai ve arkadaşları çalışmalarında, TNT'nin NADPH'ye göre rekabetçi bir inhibitör ve L-arginine göre rekabetçi olmayan bir inhibitör olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda nNOS, mRNA seviyelerinde önemli bir artışla birlikte hücre içi bir H_2O_2 oluşumuna neden olmaktadır. TNT varlığında nNOS aktivitesi IC50 de ölçüm yapılarak 12.04 ppm bulmuşlardır (Kumagai vd., 2004).

Literatür araştırmalarında dinitroarjininle ilgili çalışma bulunmadığı için sunulan çalışmada alınan sonuçlar nitroarjininle ilgili değerlerle kıyaslanmıştır.

Serfőző ve arkadaşları çalışmalarında, 50 ppm'e kadar NG-nitro-L-argininin (L-NNA) **(Şekil 4)** NOS aktivitesini inhibe ettiğini ve inhibisyonun yaklaşık %15 aktivitede doygunluğa eriştiğini sunmuşlardır. 5-200 ppm derişim aralığında L-NNA uygulaması sırasında, NOx seviyelerindeki azalma yüzdesinin, NOS aktivitesi kadar olmadığı gözlenmiştir (Serfőző vd., 2012).



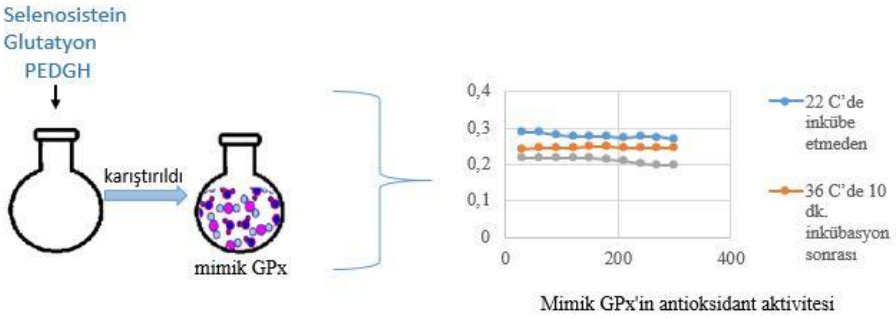
Şekil 4. NG-nitro-L-arginin (L-NNA)

NO, NO sentaz (NOS) tarafından sentezlenmektedir. Endotel hücrelerinde üretilen bu gaz, kan basıncının düzenlenmesinde, trombosit agregasyonunun inhibisyonunda, düz kas hareketinin inhibisyonunda rol oynar. NOS, L-argininin NO ve L-sitrüline oksidasyonunu katalize eden hemeproteinlerdir (Baldelli vd., 2019).

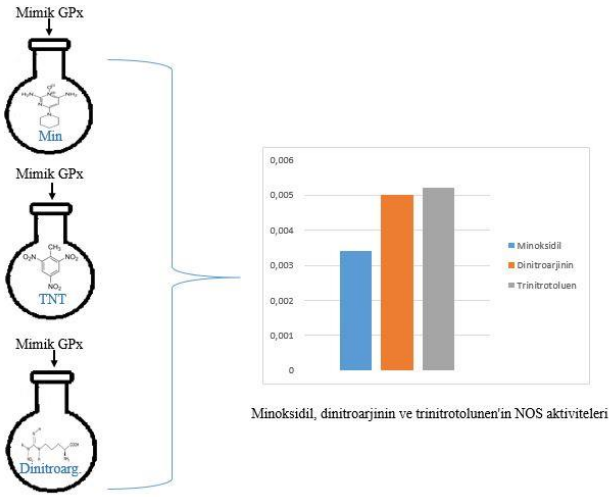
MATERYAL VE METOD

Mevcut çalışma boyunca glutatyon (yerel kaynaklardan), polietilen glikol diakrilat (PEG-DA) (yerel kaynaklardan), selenosistein (yerel kaynaklardan), minoksidil (yerel kaynaklardan), dinitroarjinin (yerel kaynaklardan), trinitrotoluen (yerel kaynaklardan), NO kolorimetrik test kiti (Biovision, NOS kit), dimetil sülfoksit (yerel kaynaklardan DMSO), nikotinamid adenin dinukleotid fosfat hidrat (NADPH, Sigma-Aldrich), hidrojen peroksid (yerel kaynaklardan) kullanılmıştır. Karakterizasyon ve deneysel işlemlerde, absorbans spektrumlar bir miroplaka okuyucu ile kaydedilmiştir.

Bu çalışmada; antioksidan enzimin aktivitesini taklit edebilen, selenosistein ve glutatyon tabanlı monomer kullanarak PEG-DA eşliğinde GPx mimik tasarlanmıştır **(Şekil 5).** NO aktivitesi, GPx katalitik etkisi ile minoxidil, dinitroarginin ve trinitrotoluenden parçalanıp NO salınım sonrası NOS-kiti ile absorbans grafiği çizilerek elde edilmiştir **(Şekil 6).**



Şekil 5. Mimik GPx'in antioksidant aktivitesi



Şekil 6. Minoksidil, dinitroarginin ve trinitrotolen'in NOS aktiviteleri

BULGULAR ve TARTIŞMA

Örnek hazırlığı

Selenosistein ve glutatyon tabanlı monomer kullanarak PEG-DA eşliğinde GPx mimik hazırlanmıştır. NO substratları olarak kullanılan minoksidil, dinitroarjinin (200 ppm, DMSO) ve trinitrotoluenin 400 µl'sine 100 µl mimik GPx ilave edilerek elde edilen karışım 12 saat boyunca 70°C'de karıştırılmıştır.

Nitrik Oksit Sentaz Aktivite kit hazırlığı

NO sentazlar (EC 1.14.13.39, NOS), L-argininden NO üretimini katalize eden bir enzim ailesidir. BioVision'ın NO sentaz Aktivite Test Kiti, çeşitli numunelerde NOS aktivitesini test etmek için doğru ve kullanışlı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu analizde, NOS tarafından üretilen NO bir dizi reaksiyona girmektedir. 540 nm'de güçlü bir absorbansa sahip renkli bir ürün oluşturmak için Griess Reaktif 1 ve 2 ile reaksiyona girmektedir. Bu yöntem ile basit, hassas ve yüksek verimli ve çok düşük NOS aktivitesi tayin edilebilinmektedir.

Reaksiyon Karışımı

Analiz sırasında, seyreltilmiş NOS kofaktör 1-10 µl, NOS kofaktör 2 -20 µl, NOS substratı-5 µl, nitrat redüktaz-5 µl olarak her kuyu için toplamda 40 µl olacak şekilde reaksiyon karışımı hazırlanmıştır. Kuyulardakı 40 µl reaksiyon karışımı üzerine 25 µl örnek ilave edilerek 1 saat 37°C'de inkübe edilmiştir. Daha sonra kuyulara 95 µl kitin içeriğinde bulunan tampon ile 5 µl hızlandırıcı ilave edilmiş ve 10 dk. oda sıcaklığında bekletilmiştir. Son olarak, 50 µl Griess reaktivi 1 ve Griess reaktivi 2 eklenerek oluşan karışımın santrifüj sonrası mikroplaka okuyucuda ΔA540 nm uygulanarak absorbans değeri alınmıştır.

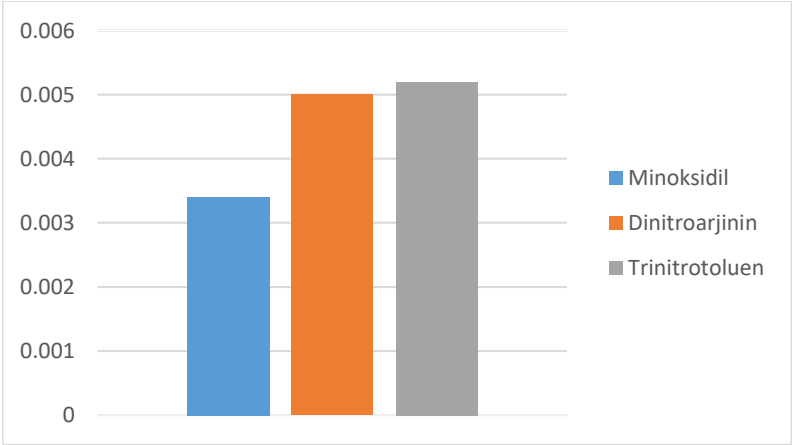
Numune NO Sentaz Spesifik Aktivitesi = **B/ T x C** = pmol/dak/µg = µU/µg = mU/mg

B, Standart Eğriden (pmol) numune kuyusundaki Nitrit miktarıdır. T, reaksiyon süresi (dk.), protein miktarıdır (µg). Bir birim NOS aktivitesi ise 37°C'de 1.0 µmol NO/dk elde etmek için gereken enzim miktarı olarak tanımlanmaktadır.

Literatür çalışmalarında, minoksidil, dinitroarjinin ve trinitrotoluen NOS inhibitörü olarak bilinmektedir. Bu çalışma sonucunda, NO sentazların mimik GPx varlığında her üç yapıdan nitro grubu ayırdığı ve bu nedenle NOS aktivite gösterdiği gözlenmiştir. NOS aktiviteleri, minoksidil 0,0034 mU/mg, dinitroarjinin 0,0050 mU/mg, trinitrotolun 0,0052mU/mg olarak bulunmuş (**Şekil 7)** ve yapısında bulunan nitro grupların sayısına uygun olarak aktivite değerlerinde yükselme tesbit edilmiştir (**Tablo 1**).

Tablo 1. NOS aktiviteleri

y=0,0234x	Abs.1	Abs.2	Abs.3	Ortalama	Derişim(x),ug/ml	NOS akt.mU/mg
Minoxidil	0,123	0,139	0,1	0,1207	5,16	0,0034
Dinitroarjinin	0,136	0,216	0,174	0,1753	7,49	0,0050
Trinitrotoluen	0,180	0,187	0,183	0,184	7,86	0,0052



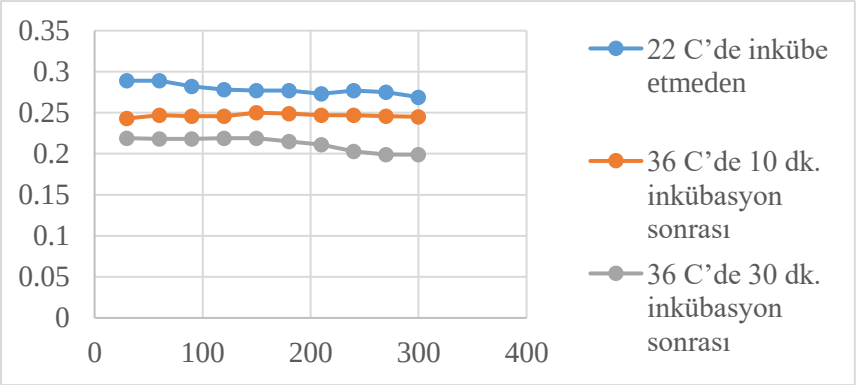
Şekil 7. Minoksidil, dinitroarjinin ve trinitrotolunen'in NOS aktiviteleri

GPx antioksidant aktivite tayini

Mimik GPx'ın antioksidan aktivite tayini için Paglia ve Valentine tarafından sunulan spektrofotometri yöntemi uygulanmıştır (Cichoski vd., 2012). Mimik GPx, NADPH ve H_2O_2 reaksiyon karışımının önce 22 C'de inkübe edilmeden, 36 C'de 10 dk. inkübasyon sonrası ve 36 C'de 30 dk. inkübasyon sonrası 340 nm'de ölçümü yapılmıştır (**Şekil 8).** Sonuç olarak; sırasıyla bu ölçümler 0,166 abs/dk, 0,144 abs/dk, 0,127 abs/dk olarak gözlemlenerek NADPH'nın neredeyse tamamının oksitlendiği, reaksiyon hızlarının sıfıra yaklaştığı ve bu şekilde antioksidant aktivite sergilediği tespit edilmiştir (**Tablo 2)** (Sedaghatfard vd., t.y.).

Tablo 2. Mimik GPx'in antioksidant aktivitesi

Ölçüm aralığı (san)	22 C'de inkübe etmeden	36 C'de 10 dk. inkübasyon sonrası	36 C'de 30 dk. inkübasyon sonrası
30	0,289	1,243	0,219
60	0,289	1,247	0,218
90	0,282	1,246	0,218
120	0,278	1,246	0,219
150	0,277	1,250	0,219
180	0,277	1,249	0,215
210	0,273	1,247	0,211
240	0,277	1,247	0,203
270	0,275	1,246	0,199
300	0,269	1,245	0,199



Şekil 8. Mimik GPx'in antioksidant aktivitesi

SONUÇ

Çalışmanın sonuçları, tasarlanmış olan mimik GPx'in, minoksidil, dinitroarginin ve trinitrotoluen ile NO salınımını ve ayrıca H_2O_2'nin indirgenmesini katalize eden antioksidant mimik enzim olduğunu göstermiştir.

KAYNAKLAR

Aldhalimi, M. A., Hadi, N. R., & Ghafil, F. A. (2014). Promotive Effect of Topical Ketoconazole, Minoxidil, and Minoxidil with Tretinoin on Hair Growth in Male Mice. *ISRN Pharmacology*, *2014*, 1-5.

Baldelli, S., Ciccarone, F., Limongi, D., Checconi, P., Palamara, A. T., & Ciriolo, M. R. (2019). Glutathione and Nitric Oxide: Key Team Players in Use and Disuse of Skeletal Muscle. *Nutrients*, *11*(10), 2318.

Bhabak, K. P., & Mugesh, G. (2008). A Simple and Efficient Strategy To Enhance the Antioxidant Activities of Amino-Substituted Glutathione Peroxidase Mimics. *Chemistry - A European Journal*, *14*(28), 8640-8651.

Bhabak, K. P., & Mugesh, G. (2010). Functional Mimics of Glutathione Peroxidase: Bioinspired Synthetic Antioxidants. *Accounts of Chemical Research*, *43*(11), 1408-1419.

Cichoski, A. J., Rotta, R. B., Scheuermann, G., Cunha Junior, A., & Barin, J. S. (2012). Investigation of glutathione peroxidase activity in chicken meat under different experimental conditions. *Food Science and Technology*, *32*(4), 661-667.

Harding, K. G., Leaper, D. L., & Turner, T. D. (1992). *Proceedings of the 1st European Conference on advances in wound management, Cardiff, 4-6 September 1991*. Macmillan Magazines.

Kumagai, Y., Kikushima, M., Nakai, Y., Shimojo, N., & Kunimoto, M. (2004). Neuronal nitric oxide synthase (NNOS) catalyzes one-electron reduction of 2,4,6-trinitrotoluene, resulting in decreased nitric oxide production and increased nNOS gene expression: Implication for oxidative stress. *Free Radical Biology and Medicine*, *37*(3), 350-357.

Sarma, B. K., & Mugesh, G. (2008). Thiol cofactors for selenoenzymes and their synthetic mimics. *Organic & Biomolecular Chemistry*, *6*(6), 965.

Sedaghatfard, F., Razavi, S. A., Hedayati, M., Razmi, N., & Rahnama, A. (t.y.). *Glutathione Peroxidase Activity Assay with Colorimetric Method and Microplate Reading Format and Comparison with Chemiluminescence Method*. 8.

Serfőző, Z., Lontay, B., Kukor, Z., & Erdődi, F. (2012). Chronic inhibition of nitric oxide synthase activity by NG-nitro-l-arginine induces nitric oxide synthase expression in the developing rat cerebellum. *Neurochemistry International*, *60*(6), 605-615.

Sun, Y., Iemitsu, M., Shimojo, N., Miyauchi, T., Amamiya, M., Sumi, D., Hayashi, T., Sun, G., Shimojo, N., & Kumagai, Y. (2005). 2,4,6-Trinitrotoluene inhibits endothelial nitric oxide synthase activity and elevates blood pressure in rats. *Archives of Toxicology*, *79*(12), 705-710.

➢ *ORAL PRESENTATION*

L Tipi Yanaşma Yapılarının Türkiye Kıyı ve Liman Yapıları Deprem Teknik Yönetmeliği (2008 ve 2020)'ne Göre Tasarımı

Mehmet TAŞKAFA (*https://orcid.org/0000-0001-8538-1161*)
Kubilay CİHAN (*https://orcid.org/0000-0002-0177-4345)*

Kırıkkale Üniversite, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale, Türkiye
Kırıkkale Üniversite, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kırıkkale, Türkiye

Sorumlu yazar e-mail: mehmettaskafa0671@gmail.com

Özet

Bu çalışmada L tipi yanaşma yapısının deprem etkisi altındaki tasarımı Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği (TKLYDY) (2008) ve Türkiye Kıyı ve Liman Yapıları Deprem Yönetmeliği (TKLYDY) (2020)'ne göre yapılmıştır. Tasarım sonucunda kaymaya ve devrilmeye karşı güvenlik katsayıları elde edilmiştir. Hesaplamalarda seçilen deprem sınıfları D1-DD3'tür. Farklı su derinliği ve farklı zemin sınıfları için yapı stabiliteleri belirlenmiştir. Zemin sınıfı ve yapı yüksekliğinin stabilite katsayılarına etkisinin önemli olduğu görülmüştür. Her iki yönetmelik karşılaştırıldığında, TKLYDY (2020)'ye göre elde edilen stabilite katsayılarının bir miktar daha yüksek olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Yanaşma yapıları, deprem, stabilite

Design of L Type Berthing Structures Considering Turkish Coastal and Harbor Structures Earthquake Technical Regulations (2008 and 2020)

Abstract

In this study, the design of the L-type berthing structure under the influence of earthquake was made considering the Earthquake Technical Regulation on Coastal and Harbor Structures, Railways, Airport Constructions (ETRCHS) (2008) and Turkish Coastal and Harbor Structures Earthquake Regulation (TCHSER) (2020). As a result of the design, safety coefficients against sliding and overturning were obtained. Earthquake classes selected in the calculations are D1-DD3. Structural stabilities were determined for different water depths and different soil classes. It has been observed that the effect of soil class and building height on the stability coefficients is significant. When both regulations are compared, it is seen that the stability coefficients obtained according to TCHSER (2020) are slightly higher.

Key Words: Quay walls, earthquake, stability

GİRİŞ

Yanaşma yerleri limanlarda gemilerin yükleme-boşaltma yapmaları amacıyla kıyıya dik ya da kıyıya parallel inşa edilen yapılardır. Yanaşma yapısı kıyıya paralel inşa edilirse rıhtım, kıyıya dik inşa edilirse iskele olarak adlandırılır. Genel olarak rıhtımlar ağırlık tipi yanaşma yapıları olarak inşa edilirler.

Rıhtımlar öngörülen servis ömürleri içinde yapılacağı bölgenin depremselliği göz önüne alınarak tasarımının yapılması gerekmektedir. Depremler, oluşma olasılığı düşük olmasına ragmen yapılar üzerinde ciddi hasarlara sebep olabilmektedir. Rıhtım yapıları tasarlanırken deprem etkisi altında tasarımı Deprem Teknik Şartnamesi esas alınarak yapılmalıdır.

Türkiye Kıyı ve Liman Yapıları Deprem Teknik Şartnamesinin amacı, yeni yapılacak kıyı ve liman yapılarının deprem etkisi altında tasarımı ile mevcut yapıların performanslarının değerlendirilmesi ve güçlendirme tasarımı için gerekli kuralları ve minimum koşulları belirlemektir. Türkiye Kıyı ve Liman Yapıları Deprem Teknik Şartnamesi (TKLYDY) yılında "Performansa Dayalı Tasarım" metoduna hazırlanarak yayınlanmış ve aynı şartname 2020 yılında güncellenmiştir. Bu çalışmada bir L tipi yanaşma yapısının TKLYDY (2008) ve TKLYDY (2020)'ne göre tasarlanması durumunda oluşan güvenlik durumları incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

TKLYDY, 2008-TKLYDY, 2020 ARASINDAKİ FARKLILIKLAR

Bu bölümde TKLYDY (2008) ve TKLYDY (2020) arasındaki farklılıklar tablo halinde karşılaştırmalı olarak verilmektedir (Tablo 1 ve Tablo 2). TKLYDY (2008)'de 3 farklı deprem düzeyi tanımlanmaktadır. Ancak yeni şartname TKLYDY (2020)'de 4 farklı deprem yer hareketi düzeyi tanımlanmaktadır. Ayrıca Tablo 1 ve Tablo 2 karşılaştırıldığında TKLYDY (2008)'de D1 deprem düzeyi için verilen tanım TKLYDY (2020)'de DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için, TKLYDY (2008)'de D3 deprem düzeyi için verilen tanım TKLYDY (2020)'de DD-1 deprem yer hareketi düzeyi için verilmektedir.

Deprem Yer Hareketi Düzeyleri Arasındaki Farklılıklar

Tablo 1. TKLYDY (2008) deprem düzeyleri

D1	Yapıların servis ömürleri boyunca meydana gelebilme olasılığı fazla olan, göreli olarak sık ancak şiddeti çok yüksek olmayan deprem yer hareketlerini ifade etmektedir. 50 yılda aşılma olasılığı %50, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 72 yıldır.
D2	Yapıların servis ömürleri boyunca meydana gelebilme olasılığı çok fazla olmayan, seyrek ancak şiddetli deprem yer hareketini ifade etmektedir. 50 yılda aşılma olasılığı %10, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 475 yıldır.
D3	Yapıların maruz kalabileceği en şiddetli deprem yer hareketini ifade etmektedir. 50 yılda aşılma olasılığı %2, buna karşı gelen dönüş periyodu ise 2475 yıldır.

Tablo 2. TKLYDY (2020) deprem yer hareketi düzeyleri

DD-1	Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu çok seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir.
DD-2	Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu seyrek deprem yer hareketini nitelemektedir.
DD-2a	Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %30 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 144 yıl olduğu sıkça deprem yer hareketini nitelemektedir.
DD-3	Spektral büyüklüklerin 50 yılda aşılma olasılığının %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu sık deprem yer hareketini nitelemektedir.

Spektral İvme Değerleri Arasındaki Farklılıklar

Yapıya bulunduğu konuma ve zemin koşullarına göre deprem etkisinin hesaplanmasında kullanılan spektral ivme değerlerinin elde edilişi Tablo 3'te verilmiştir. S_s spektral ivme katsayı değerleri yapının bulunduğu koordinatlara bağlı olarak Türkiye Deprem Tehlike Haritaları kapsamında AFAD'ın internet adresinden girilen koordinatlar sonucu elde edilmektedir.

Yerel zemin sınıflarına bağlı olarak yerel zemin etki katsayıları F_a ve F_s **TKLYDY** (2008) ve **TKLYDY** (2020)'de sırasıyla Tablo 4 ve Tablo 5'de verilmiştir. Tablolarda spektral ivme katsayılarının ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılabilir.

Tablo 3. Spektral ivme değerleri hesaplamasındaki farklılıklar

TKLYDY (2008)	TKLYDY (2020)
$S_{MS} = F_a \times S_S$	$S_{DS} = F_S \times S_S$
S_S: Kısa periyot spektral ivme katsayısı S_1: 1.0 saniye periyot için spektral ivme katsayısı	

Tablo 4. Kısa periyot zemin katsayısı F_α

Zemin Sınıfı	Kısa periyod spektral ivmesi (g)[a]				
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.0$	$S_S \geq 1.25$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	_[b]	_[b]	_[b]	_[b]	_[b]

Tablo 5. Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı F_S					
	$S_S \leq 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \geq 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8

Statik-Eşdeğer Deprem Katsayısı Hesaplanmasındaki Farklılıklar

TKLYDY (2008) ve TKLYDY (2020) deprem teknik şartnamelerine göre statik-eşdeğer deprem katsayıları hesaplamaları arasındaki farklılık Tablo 6.'da görülmektedir. Tasarımı yapılacak yapının deprem yer hareketi düzeyine göre statik-eşdeğer deprem katsayıları hesaplama biçimleri arasındaki farklılıklar görülmektedir.

Tablo 6. Statik-eşdeğer deprem katsayısı hesaplamasındaki farklılıklar

TKLYDY (2008)	
D1	$k_h = (2/3) \times A_{10}$
D2	$k_h = A_{20}$ $(A_{20} \leq 0.20)$ $k_h = (1/3) \times (A_{20})^{(1/3)}$ $(A_{20} > 0.20)$
TKLYDY (2020)	
DD-2a DD-3	$k_h = 0.267 S_{DS}$

Performans Düzeyleri Arasındaki Farklılıklar

TKLYDY (2008) ve TKLYDY (2020) deprem teknik şartnamelerinde verilen performans düzeyleri Tablo 7'de görülmektedir.

Tablo 7. Performans düzeyleri arasındaki farklılıklar

Performans Düzeyleri	
TKLYDY (2008)	TKLYDY (2020)
Minimum Hasar Performans Düzeyi (MH)	Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi (KK)
Kontrollü Hasar Performans Düzeyi (KH)	Sınırlı Hasar Performans Düzeyi (SK)
İleri Hasar Performans Düzeyi (İH)	Kontrollü Hasar Performans Düzeyi (KH)
Göçme Hasarı Durumu (GH)	Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi (GÖ)

Kıyı ve Liman Yapılarının Deprem Performansı Bakımından Sınıflandırılması Arasındaki Farklılıklar

TKLYDY (2008) deprem teknik şartnamesinde yapı önem sınıfı 4 grupta ele alınmaktadır. TKLYDY (2020) deprem teknik şartnamesinde ise yapı önem sınıfı 3 grupta ele alınmaktadır (Tablo 8).

Tablo 8. Yapı önem sınıfları arasındaki farklılıklar

Önem Sınıfları	
TKLYDY (2008)	TKLYDY (2020)
Özel Yapılar Normal Yapılar Basit Yapılar Önemsiz Yapılar	KLÖS=1: Önemli Yapılar KLÖS=2: Normal Yapılar KLÖS=3: Basit Yapılar

Performans Hedefleri Arasındaki Farklılıklar

Her iki deprem teknik şartnamesinde performans hedefleri yapı önem sınıfı ve deprem yer hareketi düzeyine bağlı olarak Tablo 9 ve Tablo 10 kullanılarak elde edilmektedir.

Tablo 9. TKLYDY (2008) performans hedefleri

Yapının Sınıfı	**(D1) Deprem Düzeyi**	**(D2) Deprem Düzeyi**	**(D3) Deprem Düzeyi**
Özel	-	MH	KH
Basit	MH	KH	(İH)
Normal	KH	(İH)	-
Önemsiz	(İH)	(GH)	-

Tablo 10. TKLYDY (2020) performans hedefleri

Kıyı ve Liman Yapısı Performans Hedefi			
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	**Kıyı ve Liman Yapısı Önem Sınıfı**		
	KLÖS=1	KLÖS=2	KLÖS=3
DD-3	-	KK	KH
DD-2a	KK	-	-
DD-1	KH	-	-

Tasarım Yöntemleri Arasındaki Farklılıklar

TKLYDY (2008)'de dayanıma ve şekil değiştirmeye göre tasarım yapılmaktadır. Ancak yeni deprem teknik şartnamesi TKLYDY (2020)'de tasarım, yapı önem sınıfı, deprem yer hareketi düzeyi ve deprem tasarım sınıfına bağlı olarak iki aşamalı yapılmaktadır. Tablo 11 ve Tablo 12'de deprem teknik şartnamelerine ait tasarım yöntemleri görülmektedir.

Tablo 11. TKLYDY (2008) tasarım yöntemleri

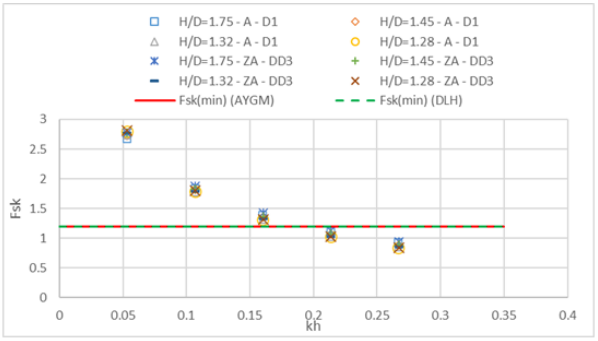
Yapının Sınıfı	**(D1) Deprem Düzeyi**	**(D2) Deprem Düzeyi**	**(D3) Deprem Düzeyi**
Özel	-	DGT / ŞGT	ŞGT
Normal	DGT	DGT / ŞGT	-
Basit	DGT	-	-
Önemsiz	-	-	-

Tablo 12. TKLYDY (2020) tasarım yöntemleri

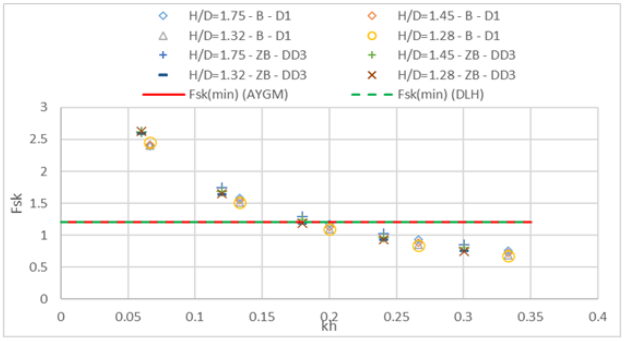
Kıyı-Liman Yapısı Önem	**Hesap ve Değerlendirme Aşaması**	**Deprem Yer Hareketi Düzeyi**	**Deprem Tasarım Sınıfı**		
			DTS=1	DTS=2,3	DTS=4
KLÖS=1	Birinci Aşama	DD-2a	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap
	İkinci Aşama	DD-1	Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Hesabı	Kayan Blok Yöntemi ile Hesap	-
KLÖS=2,3	Birinci Aşama	DD-3	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap	Statik-Eşdeğer Hesap

BULGULAR ve TARTIŞMA

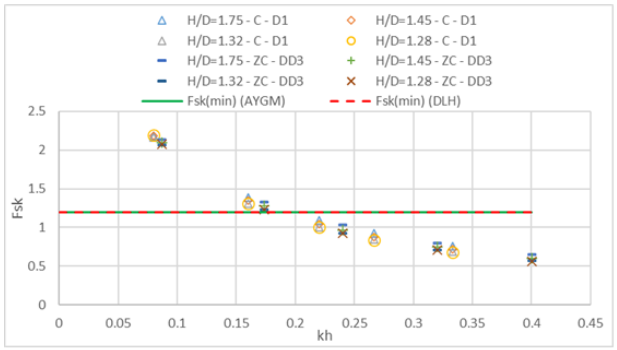
Yapılan çalışmada farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde B/H=1.5 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için kaymaya karşı güvenlik katsayıları hesaplanarak farklı deprem katsayılarına göre dayanımları belirlenmiştir. Şekil 1'de, farklı zemin sınıfları için B/H=1.5 koşulunda kaymaya karşı güvenlik katsayıları gösterilmiştir. A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı k_h=0.198 değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre yaklaşık olarak kh=0.198 değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. C ve ZC zemin sınıfında k_h=0.198, D ve ZD zemin sınıfında k_h=0.198 değerine kadar kaymaya karşı yapı stabilitesine korurken, E-ZE zemin sınıfında ise k_h=0.198 değerine kadar kaymaya karşı stabil kalmaktadır. Yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük k_h değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, k_h değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının kaymaya karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir. Ayrıca, TKLYDY (2020) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarda güvenlik katsayıları, TKLYDY (2008) yönetmeliği esaslarına göre yapılan hesaplamalarla elde edilen güvenlik katsayılarına göre bir miktar yüksek çıksa bile, her iki yönetmeliğe ait hesaplama yöntemlerine göre elde edilen güvenlik katsayılarında anlamlı bir değişiklik görülmemiştir.



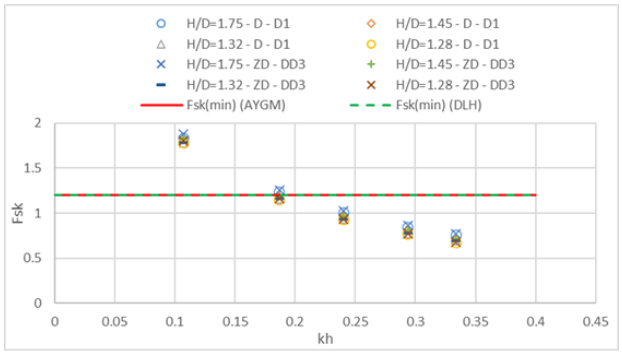
a) A-ZA zemin sınıfı



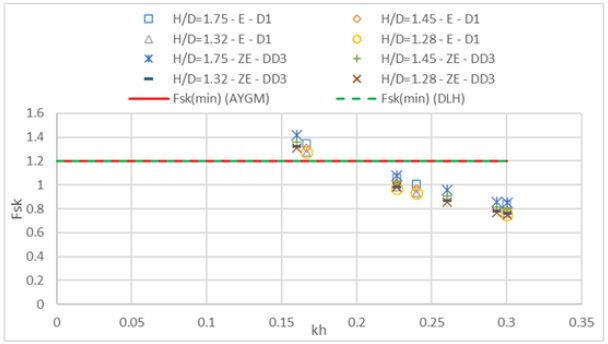
b) B-ZB zemin sınıfı



c) C-ZC zemin sınıfı



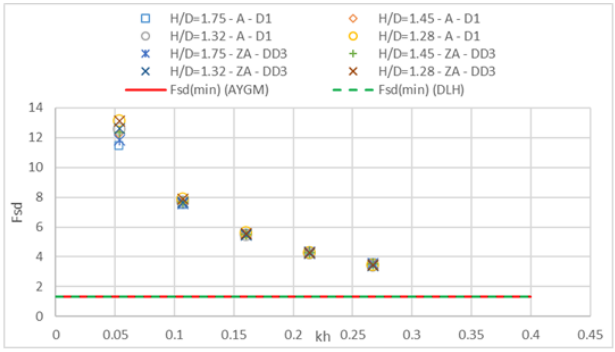
d) D-ZD zemin sınıfı



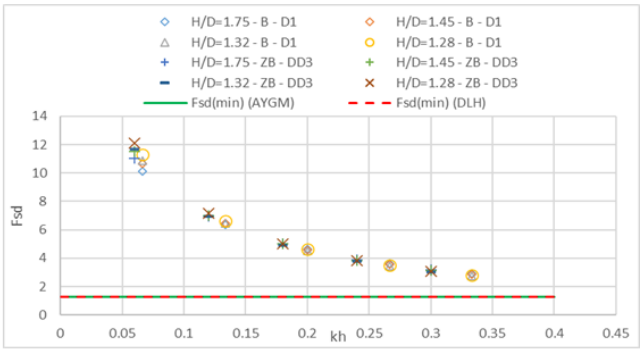
e) E-ZE zemin sınıfı

Şekil 1. Farklı zemin sınıfları için B/H=1.5 koşulunda kaymaya karşı güvenlik katsayıları

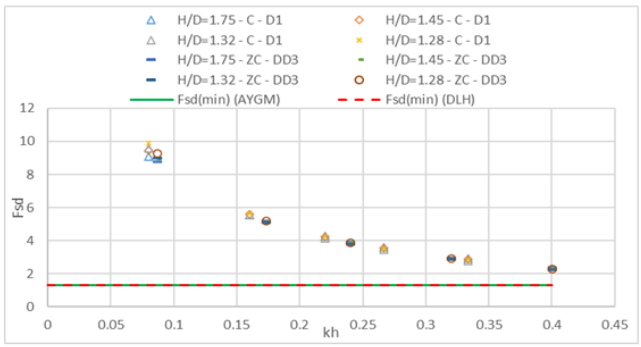
Şekil 2'de farklı zemin sınıflarına göre her iki yönetmelik için D1 ve DD3 deprem düzeyinde B/H=2 koşulundaki farklı yüksekliklere sahip L tipi yanaşma yapısı için devrilmeye karşı güvenlik katsayılarını göstermektedir. A ve ZA zemin sınıfında aynı koşullar altında yapı kh=0.594 değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. B ve ZB zemin sınıfı için her iki yönetmeliğe ait hesap yöntemine göre k_h=0.594 değerine kadar devrilmeye karşı stabilitesini korumaktadır. C ve ZC zemin sınıfında k_h=0.594, D ve ZD zemin sınıfında k_h=0.594 ve E-ZE zemin sınıfında ise k_h=0.594 değerine kadar devrilmeye karşı stabilite hesabı yapılmaktadır. k_h=0.594 değerinden sonra hesaplanan k_h değerlerine karşılık gelen devrilmeye karşı güvenlik katsayıları hesaplanamamaktadır. Yapı yüksekliğinin artmasının özellikle düşük k_h değerinde güvenlik katsayısı üzerinde etkisi olmasına rağmen, kh değerinin artmasıyla birlikte yapı yüksekliğinin artmasının devrilmeye karşı stabilite üzerinde anlamlı bir etkisi görülmemiştir.



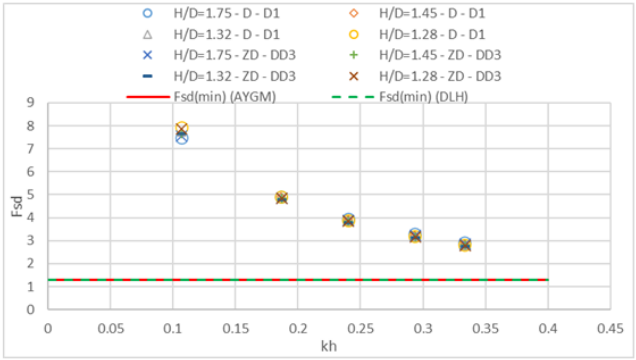
a) A-ZA zemin sınıfı



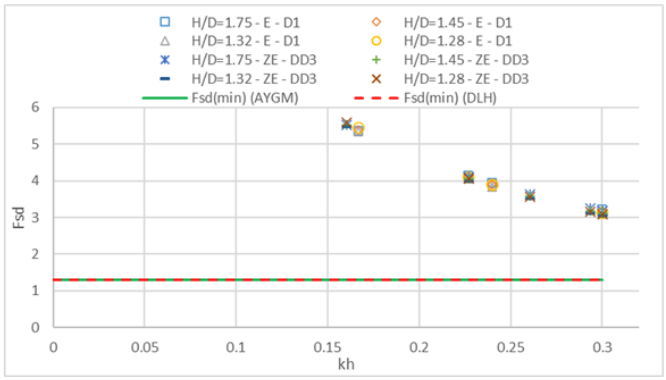
b) B-ZB zemin sınıfı



c) C-ZC zemin sınıfı



d) D-ZD zemin sınıfı



e) E-ZE zemin sınıfı

Şekil 2. Farklı zemin sınıfları için B/H=1.5 koşulunda devrilmeye karşı güvenlik katsayıları

SONUÇ

Bu çalışmada, L tipi yanaşma yapısının deprem etkisi altında kıyı ve liman yapılarının tasarımı için TKLYDY (2008) ve TKLYDY (2020) tarafından verilen esaslara uygun olarak kaymaya ve dönmeye karşı stabilite hesapları yapılmıştır. Hesaplamalarda D1 ve DD3 deprem düzeyleri göz önüne alınmıştır. Tasarım sonucunda elde edilen devrilme (F_{sd}) ve kayma (F_{sk}) güvenlik katsayıları, şartnamelerde yer alan minimum değerler ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma sonucunda tasarlanan yapının stabilitesi belirlenmiştir. TKLYDY (2020) deprem teknik şartnamesine göre tasarlanan yapılar, TKLYDY (2008)'e göre tasarlanan yapılardan daha stabil olarak elde edilmiştir. Ayrıca her iki şartname için yapının inşa edileceği derinliğin arttırılması ile stabilite değerlerinde azalış meydana gelmiştir. Zemin koşullarının stabiliteye etkisinin olduğu görülmüştür. Zemin sınıfı A-ZA için stabilite katsayıları en yüksek iken, E-ZE sınıfında en düşük değerler elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

AYGM, *Kıyı ve Liman Yapılar, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği*, Ankara, Türkiye, 2020.

T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü, *Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliği*, İMO, İstanbul, 2008.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Mathematical modeling of the ultrasonic pretreated freeze dried cockle

Yasemin Cagliyan[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0704-106X*), Zehra Ozden Ozyalcin[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6662-5885*), Azmi Seyhun Kipcak[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2068-6065*)

[*1]Yildiz Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Department of Chemical Engineering, Istanbul, Turkey.

*yasemincagliyan96@gmail.com

Abstract
In this study, the mathematical modelling of freeze-dried cockles were examined. Cockles are edible marine bivalve mollusks widely available on the Aegean coasts of Turkey and exported a lot. Cockles were subjected to ultrasonic pre-treatments to examine their effect on the drying rate. It was kept in the ultrasonic bath for 1 minute and 5 minutes and the results were compared with the unpretreated samples. The experimental drying data is fitted into Aghbashlo et al., Jena & Das, Lewis, Parabolic, and Wang & Singh drying models and the data-model compatibilities were compared. For unpretreated samples is Aghbashlo et al. model is the most suitable model. The R^2 value is 0.999955 and the χ^2 value is 0.000006. For ultrasonic samples, Jena & Das model is the most suitable model. The most suitable model for drying cockles in the freeze drying unpretreated, US 1 min and US 5 min samples was determined as Jena & Das model with the highest R^2, lowest χ^2, and RMSE. It was observed that the R^2 values of all the models applied varied between 0.970081 and 0.999955 and the χ^2 values varied between 0.000051 and 0.000303.
Keywords: Cockle, freeze drying, mathematical modeling, *Tapes philippinarum*

INTRODUCTION

One of the many methods applied to preserve food products for a long time is the drying method. Drying is a method of removing the water contained in the product from the product. Drying is also used in many industries such as medicine, pharmaceutical, paint, agriculture, furniture, and paper. Drying methods are divided into two groups traditional drying and modern drying technologies. It is difficult to obtain quality products with traditional drying methods (Alhammadiy, 2002). In the freeze-drying process, the water in the product is first frozen, then the frozen water is removed from the product by sublimation. Many products can be stored for a long time until they are used by preserving their initial physical, chemical, and biological properties. Products dried by freeze-drying preserve their nutritional and vitamin value, aroma, smell, color, and shape (Suicmez, 2014).

Cockle (*Tapes philippinarum)* which is shown in Figure 1 used in this study is a widely available bivalve mollusk in the Aegean coasts of Turkey. That mollusk whose dimensions reach 60 mm, but commercial sizes range from 30 to 50 mm, can survive in oxygen-poor and highly polluted waters. Cockles are abundant in the Adriatic Sea, the Mediterranean Sea, the Black Sea, the North Sea, and the Caspian Sea (Celik, 2004). Cockle is a food item that is loved and consumed and can be considered a luxury. These creatures, which have become important commercial products and are sought after by the Mediterranean countries, are exported to Turkey as fresh and chilled (Ariani et al., 2022).

There are many different drying studies related to food in the literature, especially many animal and agricultural products are dried by freeze drying, which is a new technology. It was studied freeze drying and mathematical modeling of turkey meat (Sadikoglu et al., 2016). It was studied the effects of freeze drying process parameters on chicken breast meat (Arroqui et al., 2009). It was worked microwave freeze drying characteristics of beef (Shi and Wang, 2007). It was investigated freeze-drying of jellyfish and the effect of temperature (Alhamid et al., 2012). It was worked on freeze drying of seahorse, analysis of drying kinetics and mathematical modeling (Wu et al., 2019). It was studied comparative of drying methods which oven dried, sun dried, vacuum dried, and freeze dried on chemical constituents of Malaysian red seaweed (Lee et al., 2015).



Figure 1 Fresh sample of cockle

Although there are many studies on the drying of many animal and agricultural products, there are not much information in the literature on freeze drying of cockles. In this study, the effect of cockles on drying rate of different pretreatments and the most suitable mathematical model for drying kinetics were determined.

MATERIALS AND METHODS

Sample Preparation

Cockles used in this study were purchased frozen from a local market in Istanbul, Turkey in May 2022. Unpretreated cockle samples were separated from their shells and for each drying the samples were weighed 7 ± 0.05 grams on a Radwag AS 220.R2 digital balance (Radwag, Radom, Poland). Then, it was dried in a KH-45 hot air drying oven (Kenton, Guangzhou, China) at 105 °C for 3 hours. After drying, the weight of the sample was measured again. The moisture content of the unpretreated sample was 84.42% on wet basis and 5.4180 kg water/kg dry matter. The same procedures were repeated for the samples that were pretreated for 1 minute and 5 minutes in an ultrasonic bath (US) (Isolab, Germany). The moisture content of the sample, which was pretreated for 1 minute in an ultrasonic bath, was found to be 85.53% on wet basis and 5.9114 kg water/kg dry matter. The moisture content of the sample, which was pretreated for 5 minutes in an ultrasonic bath, was found to be 86.27% on wet basis and 6.2821 kg water/kg dry matter.

After determining the moisture content, samples were prepared as 7 ± 0.05 g and placed in Labart LFD-10N (ART Laborteknik, İstanbul, Turkey) freeze-dryer. During freeze drying, the vacuum of the dryer was closed every 60 minutes, and the samples were weighed in less than 2 minutes and the products were put back into the freeze dryer and vacuum opened. The samples were freeze-dried until they reached 5% moisture. The completely dried image of the samples is shown in Figure 2.



Figure 2. Dried samples of cockle

Mathematical Modeling

To investigate this process moisture content, and the moisture ratio calculations are performed with the following equations (1), (2) and (3).

$$M = {}^{m_w}/_{m_d} \quad (1)$$

where moisture content (M) is calculated by the ratio of water content in the material (kg) to the dry matter content (kg).

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_i - M_e} \quad (2)$$

where M_t is the moisture content at a specific time, M_e is the moisture content at equilibrium, and M_i is the moisture content of the material initially. Since M_e value is rather small compared to M_t and M_i, the simplified equation, equation (3), is used for moisture rate calculations.

$$MR = \frac{M_t}{M_i} \quad (3)$$

In this research, mathematical modeling of cockles are done using different models as shown in Table 1.

Table 1. Drying models and equations

Model	**Equation**
Aghbashlo et al.	$MR = \exp(-k_1 t/(1+k_2 t))$
Lewis	$MR = \exp(-kt)$
Jena & Das	$MR = a.\exp(-kt + b\sqrt{t}) + c$
Parabolic	$MR = a+bt+ct^2$
Wang & Singh	$MR = 1+at + bt^2$

In Table 1, a, b, and c are the drying exponent coefficients that are defined for each equation separately: k, k_1, and k_2 are the drying coefficients that are defined equations separately and the t stands for time in minute.

To find the best suitable model coefficient of determination (R^2), root-mean-square error (RMSE), and reduced chi-squared (χ^2) statistic are used. Required parameters for given models are estimated using the non-linear regression method with Statistica (Statistica, 2016). Equations for these methods are given below in equations (5), (6), and (7) respectively as follows.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(MR_{exp,i} - MR_{pre,i}\right)^2}{\sum_{i=1}^{n}\left(MR_{exp,i} - \left(\frac{1}{n}\right)MR_{exp,i}\right)^2} \quad (5)$$

$$RMSE = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(MR_{exp,i} - MR_{pre,i}\right)^2\right)^{1/2} \quad (6)$$

$$X^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(MR_{exp,i} - MR_{pre,i}\right)^2}{n - z} \quad (7)$$

where MR_{exp} is the experimental moisture ratio values, MR_{pre} is the predicted moisture ratio values, n is the total number of the experiments, and z is the number of the constants in the given model. In the selection of best fitted model, R^2 values are expected to be closer to 1. On the other hand, RMSE and χ^2 values are expected to be closer to 0 (Kipcak et al., 2019).

RESULT AND DISCUSSION

The most suitable model was chosen with non-linear regression by Statistica software. Experimental moisture ratios with respect to drying time were fitted into Aghbashlo et al., Jena & Das, Lewis, Parabolic, and Wang & Singh drying models. In Table 2, statistical results of drying process at unpretreated and ultrasonic pretreatments are given.

Tablo 2. Mathematical and statical parameters for drying model at different pretreatments

Model	Parameter	Unpretreated	US 1 min	US 5 min
Aghbashlo et al.	k_1	0.008181	0.006888	0.005952
	k_2	0.000379	0.000088	-0.000005
	R^2	0.999955	0.990575	0.973177
	χ^2	0.000006	0.001317	0.004087
	RMSE	0.002061	0.032006	0.056378
Jena & Das	a	0.625122	0.542986	0.606186
	k	0.006874	0.006322	0.005553
	b	-0.009458	-0.013188	-0.017651
	c	0.470490	0.699118	0.650577
	R^2	0.999732	0.999364	0.998577
	χ^2	0.000051	0.000124	0.000303
	RMSE	0.005050	0.008312	0.012985
Lewis	k	0.007645	0.006764	0.005959
	R^2	0.999137	0.990521	0.973177
	χ^2	0.000094	0.001159	0.003576
	RMSE	0.009055	0.032097	0.056378
Parabolic	a	0.949191	1.017227	1.085680
	b	-0.005170	-0.005106	-0.005313
	c	0.000007	0.000007	0.000007
	R^2	0.985575	0.978739	0.980501
	χ^2	0.002193	0.003466	0.003466
	RMSE	0.037022	0.048070	0.048068
Wang & Singh	a	-0.005618	-0.004972	-0.004644
	b	0.000008	0.000006	0.000006
	R^2	0.980780	0.978280	0.970081
	χ^2	0.002435	0.003035	0.004558
	RMSE	0.042734	0.048586	0.059543

Among all models, the highest R^2 and lowest χ^2 and RMSE values are in the unpretreated sample. Aghbashlo et al. model is the most suitable model for unpretreated sample. In Aghbashlo et al. model is observed the R^2 value is 0.999955, χ^2 value is 0.000006 and RMSE value is 0.002061. Jena & Das model is the most suitable model for US 1 min and US 5 min pretreated samples. In Jena & Das model is observed the R^2 values are 0.999364 and 0.998577, χ^2 values are 0.000124 and 0.000303, RMSE values are 0.008312 and 0.012985 for US 1 min and US 5 min unpretreated samples.

Jena & Das model was chosen as the most suitable model for drying of cockle in the freeze drying at unpretreated and ultrasonic pretreatments. The highest values of R^2 as 0.999732, 0.999364, and 0.998577; the lowest values of χ^2 0.000051, 0.000124 and 0.000303, and the lowest values of RMSE as 0.005050, 0.008312, and 0.012985 are obtained for Jena & Das model at unpretreated, US 1 min and US 5 min samples, respectively.

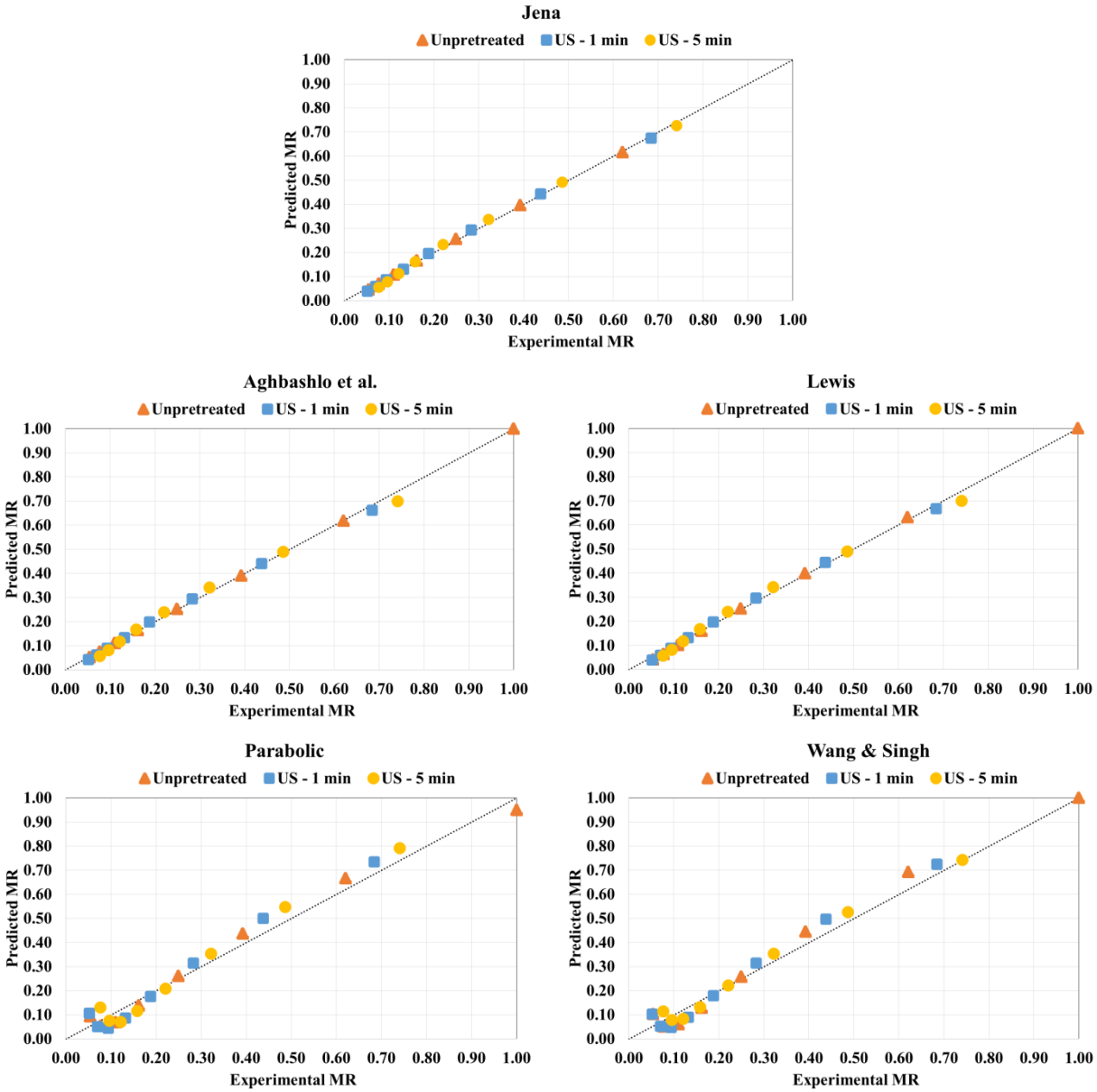


Figure 3. Experimental and predicted moisture ratios for cockle using the model of Jena & Das, Aghbashlo et al, Lewis, Parabolic and Wang & Singh.

From Figure 3, a graphical representation of statistical evaluations can be observed. If the data plotted is very near the straight line, it can be said that experimental data and predicted data are in good agreement. When we consider both Table 2 and the following figures, it can be seen that Jena & Das model is the most fitted model for drying of cockle.

CONCLUSION

This study is performed to investigate the mathematical modeling of cockle. When the unpretreated, US 1 min, and US 5 min pretreated samples were compared, the highest drying rate was determined as the sample unpretreated. Different mathematical drying models are applied to determine the drying process of cockle. The models results of unpretreated sample are given in the table. The most suitable model is Aghbashlo et al. model, the unsuitable model is the Wang & Singh model. The most suitable model for the drying process of the US 1 min and US 5 min sample is the Jena & Das model. In Wang and Singh and Parabolic models, it was determined that the R^2 values of the US 1 min and US 5 min sample were low and the data were far on the straight line. The Jena & Das drying model was chosen as the most suitable model for the freeze-drying process of unpretreated, US 1 min and US 5 min pretreated samples of cockle. Experimental and predicted moisture ratio graphics of the applied models was drawn and data distributions was observed.

REFERENCES

Alhammadiy A 2022. Dilimlenmiş cennet hurmasının dondurularak kurutma kinetiğinin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği, 92808

Ariani A , Ciarrocchi G , Felici A, Polzonetti V , Vincenzetti S 2016. Comparative proteomic analysis of two clam species: Chamelea gallina and Tapes philippinarum. School of Biosciences and Veterinary Medicine, University of Camerino, Camerino (MC), Italy, 219:223-229.

Arroqui C, Jelena B, Cantalejo MJ 2009. The effects of freeze drying process parameters on chicken breast meat, 1325 – 1334

Celik U 2004. Marine edilmiş Akivades (*Tapes decussatus* L., 1758)'in kimyasal kompozisyonu ve duyusal analizi. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 21, 219 – 221

Chen X, Chen Y, Huang L, Liao D, Liu Z, Wu J 2019. The drying characteristic and dynamical modeling of seahorse under vacuum freeze drying, 404 – 408

Kipcak, A., Doymaz, B., & Moroydor-Derun, E. (2019). Infrared drying kinetics of blue mussels and physical properties. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly, 25(1), 1–10.

Lee JS, Matanjun P, Neoh Y 2015. Comparative of drying methods on chemical constituents of Malaysian red seaweed, 1745 - 1751

M. Idrus Alhamid, M. Yulianto, Nasruddin 2012. Development of a compact freeze vacuum drying for jelly fish (Schypomedusae), 1246

Sadikoglu H, Seker M, Cumhur O 2016. Freeze drying of turkey breast meat: Mathematical modeling and estimation of transport parameters, 34, 584-594

Shi MH, Wang ZH 2007. Microwave freeze drying characteristics of beef, 434 - 447

Suicmez AO 2014. Dondurarak kurutma sistemlerinde kurutma parametrelerinin deneysel incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği, 914.1.038

Salisilaldehit türevi schiff bazı bileşiklerinin biyolojik aktivitelerinin incelenmesi

Seyhan ÖZTÜRK* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4638-5578*)

*Ondokuzmayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Samsun, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: sturna@omu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada 3-metilsalisilaldehitten yola çıkarak elde edilen schiff bazı bileşiklerinin biyolojik aktiviteleri incelendi. 3-metilsalisilaldehitin, 2-amino-4-klorbenzonitril, metil-3-aminotiyofen-2-karboksilat ve 2-amino-4-nitrofenol ile tepkimesi sonucu karşılık gelen (*E*)-4-klor-2-((2-hidroksi-3-metilbenziliden)amino)benzonitril (**I**), metil (*E*)-3-((2-hidroksi-3-metilbenziliden)amino)tiyofen-2-karboksilat (**II**), (*E*)-2-((2-hidroksi-3-metilbenziliden)amino)-4-nitrofenol (**III**) Schiff bazları elde edildi. Antioksidan aktivitesi incelenirken DPPH• radikal giderme, ABTS+• katyon radikal giderme metodları kullanıldı. Antibakteriyel çalışmalar ise Disk difüzyon ve Mikrodilüsyon metodları kullanılarak yapıldı. Örneklerin antioksidan özellikleri incelendiğinde III bileşiğinin I ve II bileşiklerinden daha etkili olduğu belirlendi. Antibakteriyel çalışmalarda Gram-negatif bakterilerde II bileşiğinin daha etkili olduğu, gram-pozitif bakterilerde ise I bileşiğinin daha etkili olduğu belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Salisiladehit, Schiff bazı, antioksidan, antibakteriyel

Investigation of antioxidant and antimicrobial properties of substituted benzaldehyde derivative Schiff base compounds.

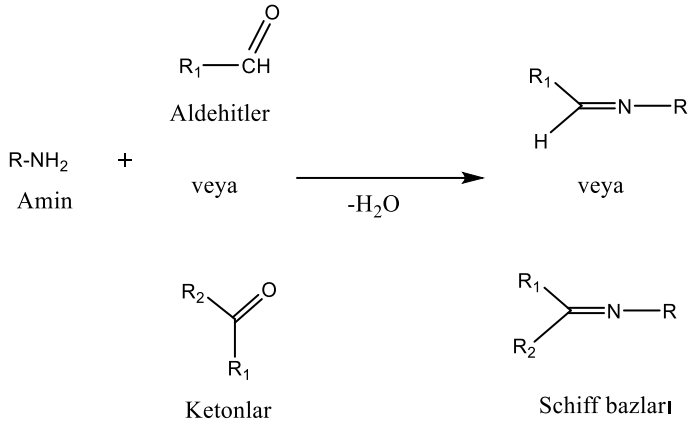
Abstract

In this study, the biological activities of Schiff base compounds obtained from 3-methylsalicylaldehyde were investigated. Reaction of 3-methylsalicylaldehyde with 2-amino-4-chlorobenzonitrile, methyl-3-aminothiophene-2-carboxylate and 2-amino-4-nitrophenol, corresponding (E)-4-chlor-2-((2-hydroxy- 3-methylbenzylidene)amino)benzonitrile (I), methyl (E)-3-((2-hydroxy-3-methylbenzylidene)amino)thiophene-2-carboxylate (II), (E)-2-((2-hydroxy) -3-methylbenzylidene)amino)-4-nitrophenol (III) Schiff bases were obtained. While examining the antioxidant activity, DPPH• radical removal, ABTS+• cation radical removal methods were used. Antibacterial studies were performed using Disk diffusion and Microdilution methods. When the antioxidant properties of the samples were examined, it was determined that compound III was more effective than compounds I and II. In antibacterial studies, it was determined that compound II was more effective in gram-negative bacteria, and compound I was more effective in gram-positive bacteria.

Keywords: Salicyladehyde, Schiff base, antioxidant, antibacterial

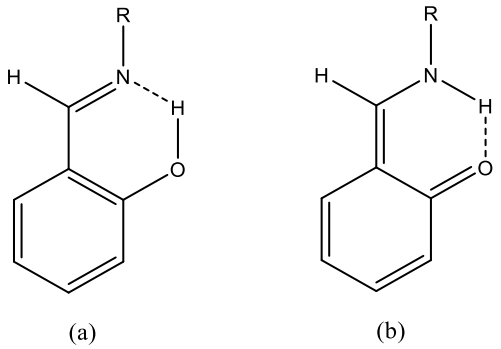
GİRİŞ

Yaklaşık 150 yıl önce ilk kez Hugo Schiff tarafından sentezlenen, aldehit ve ketonların birincil aminlerle kondenzasyon tepkimesi sonucu oluşan Schiff bazları, uzun yıllardır incelenmektedir (Schiff, 1916) (Şekil 1). Farklı yapılarda bulunabilen Schiff bazlarından, 2-Hidroksi Schiff bazları oldukça ilgi çekmektedir. Bunlar molekül içi hidrojen bağı meydana getiren ve farklı tautomerik yapılara sahip olabilen moleküllerdir.



Şekil 1. Schiff bazlarının genel yapısı

Tautomerizm bir moleküler yapı içerisindeki atomların farklı düzende yerleşmiş olmalarına rağmen, birbirlerine dönüşüp dengeye gelebilen izomerlere denir. 2-Hidroksi Schiff bazlarının genellikle enol-imin (O-H) ve keto-amin (N-H) olarak iki farklı yapısı bulunur. Bu yapılarda, hidroksi O atomu ile imin N atomu arasında molekül içi O-H...N hidrojen bağı var ise enol-imin ve N-H...O tipi molekül içi hidrojen bağı varsa keto-amin formu olduğunu gösterir (Tanak ve ark., 2012). Enol-imin yapısında C-O atomları birbirlerine tek bağ ile bağlı iken C=N çift bağa sahiptir, keto-amin yapısında ise C=O atomları birbirlerine çift bağ ile bağlanmışken C-N tek bağ ile bağlanmıştır (Allen ve ark., 2004) (Şekil 2).



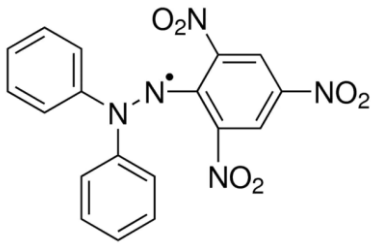
Şekil 2. 2-Hidroksi Schiff bazlarının tautomerik yapıları (a) enol-imin (b) keto-amin

Schiff bazları antiviral (Kumar ve ark., 2010), antitüberküler (Pahlavani ve Kargar, 2021), antikanser (Liao ve ark., 2005), antioksidan (Bakır ve Lawag, 2020), anti-HIV (Sriram ve ark., 2006), antiinflamatuvar ajanlar (Shehry ve ark., 2019) ve antikonvülsan (Beraldo ve ark., 2002) gibi geniş biyolojik aktivite özellikleri göstermektedir. Bazı Salisilaldehit türevi Schiff bazlarının Antibakteriyel özellikleri incelenmiştir ve önemli aktiviteye sahip oldukları belirtilmiştir (Mele ve ark., 2008). Ayrıca antifungal ve antibakteriyel etki gösterdikleri de tespit edilmiştir (Shi ve ark., 2007).

Antioksidanlar, serbest radikallerin oluşumunu engelleyerek veya mevcut radikalleri süpürerek hücrenin zarar görmesini engelleyen ve yapısında genellikle fenolik fonksiyonel grup taşıyan moleküllerdir (Kahkönen ve ark., 1999). Antioksidanların insan sağlığındaki yerini belirleyen en önemli faktörler, onların kimyasal yapıları, çözünürlükleri, yapı/aktivite ilişkileri ve doğal kaynaklardan elde edilebilmeleridir (Kaur ve Kapoor, 2001). Antioksidanların önemlerinin anlaşılması ile bu konuda yapılan çalışmaların sayısı gün geçtikçe artış göstermiştir.

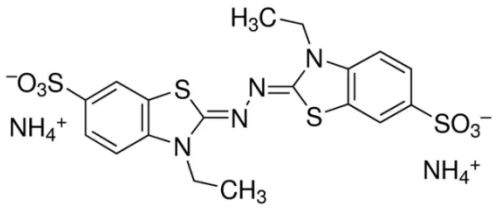
DPPH• yöntemi antioksidan aktivite ölçümünde en çok kullanılan spektrofotometrik yöntemlerden biridir (Sharma ve Bhat, 2009). DPPH• testi, radikal bileşiğin üretilmesinin gerekmemesi nedeniyle, antioksidanların aktivitesini değerlendirmek için geçerli, ucuz, hızlı, doğru, kolay ve ekonomik bir yöntem olarak kabul edilir (Ayaz Seyhan, 2017). Bu yöntemin avantajı, DPPH• reaktifi en zayıf antioksidanlar da dahil olmak üzere karışımdaki tüm maddelerle etkileşebilmesi ve hem lipofilik, hem de hidrofilik antioksidanlarla reaksiyona girebilmesidir (Kedare ve Singh, 2011). DPPH• testinin sonuçları birçok

şekilde sunulmuştur. Çalışmaların çoğu, sonuçları ilk DPPH• derişimini % 50 oranında azaltmak için gerekli olan antioksidan miktarı olarak tanımlanan IC50 değeri olarak ifade edilmektedir (Deng ve ark., 2011)(Scherer ve Godoy, 2009).



Şekil 3. 2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) yapısı

Troloks eşiti antioksidan kapasite yöntemi ilk defa Miller ve arkadaşları tarafından raporlanmış (Miller ve ark., 1993) olup sonrasında Re ve arkadaşları tarafından da geliştirilmiştir (Re ve ark., 1999). TEAC analizi 2,2'-azinobis (3-etil-bezotiazolin 6 sulfonat) (ABTS) radikal katyonunun antioksidanlar tarafından absorbansının engellenmesi temeline dayanır.

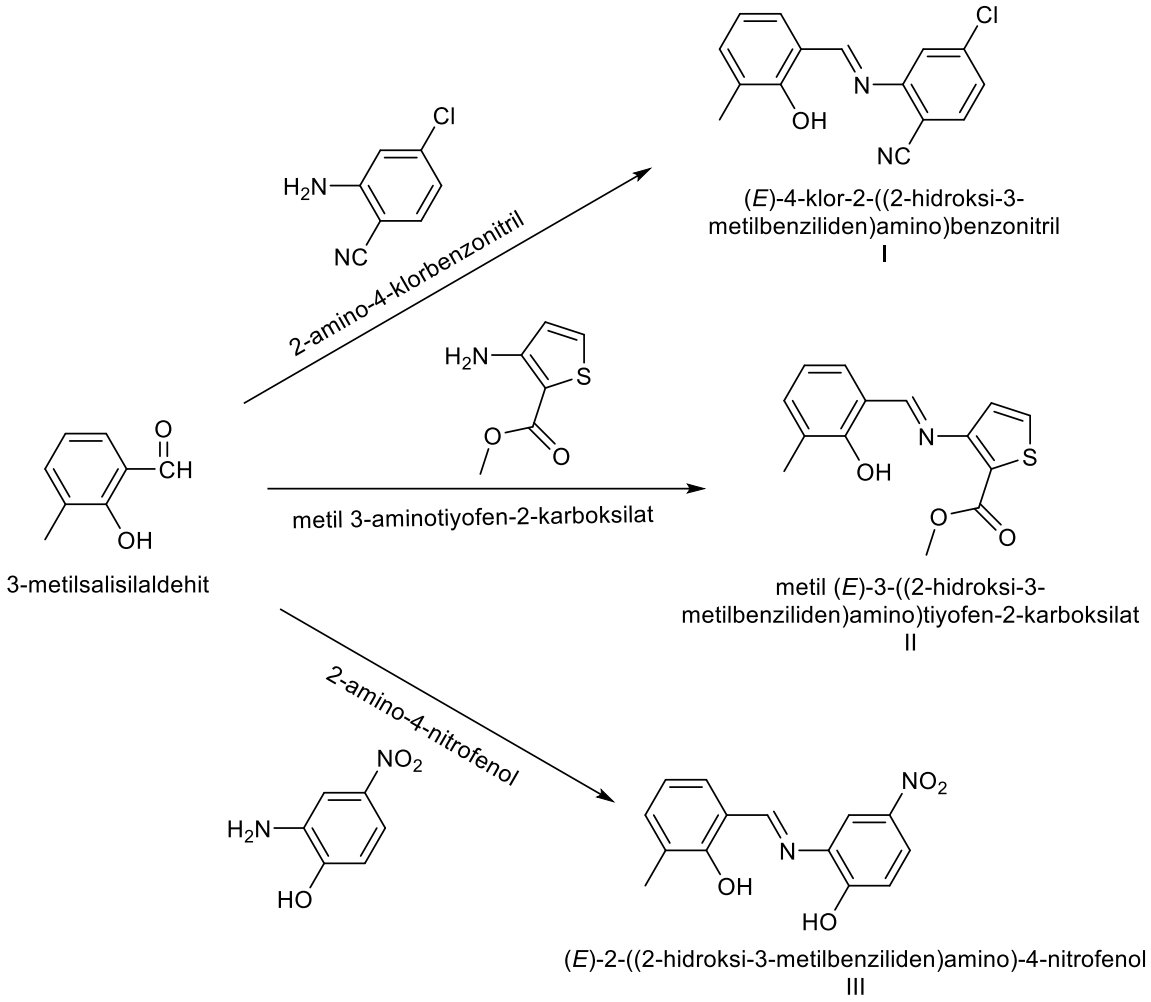


Şekil 4. 2,2'-azinobis (3-etil-bezotiazolin 6 sulfonat) (ABTS) yapısı

MATERYAL VE METOT

Sentez

3-metilsalisilaldehitin (0.02 mmol), 2-amino-4-klorbenzonitril (0.02 mmol), metil-3-aminotiyofen-2-karboksilat (0.02 mmol) ve 2-amino-4-nitrofenol (0.02 mmol) ile etil alkol içerisinde (20 mL) geri soğutucu altında altı saat kaynatılması ile (*E*)-4-klor-2-((2-hidroksi-3-metilbenziliden)amino)benzonitril (**I**), metil (*E*)-3-((2-hidroksi-3-metilbenziliden)amino)tiyofen-2-karboksilat (**II**), (*E*)-2-((2-hidroksi-3-metilbenziliden)amino)-4-nitrofenol (**III**) Schiff bazları elde edildi. Sentezlenen bileşikler Şekil 5 'te verilmiştir.



Şekil 5. Sentezlenen Schiff bazlarının kimyasal yapısı

Serbest Radikal Giderme Aktivitesi Tayini

Örneklerin etanol çözeltilerinin serbest radikal giderme aktivitesi DPPH$^{\cdot}$ (1,1-difenil-2-pikril-hidrazil) metodu kullanılarak tayin edildi (Blois, 1958). 96 kuyucuklu plakada 150 µL farklı konsantrasyonlardaki örnekler veya standartlar (BHA, TBHQ ve E vitamini), 50 µL 0.1 mM DPPH (etanolde) homojen karıştırıldı. Örnekler oda sıcaklığında, karanlıkta 30 dk bekletildi. Her bir karışımın absorbans değerleri 517 nm' de BIOTEK (Epoch2) mikroplaka okuyucusu kullanılarak ölçüldü ve sonuçlar IC_{50} (µg/mL) değerleri hesaplanarak belirlendi.

ABTS$^{\cdot+}$ Radikali Giderme Aktivitesi Tayini

Örneklerin etanol çözeltilerinin ABTS$^{\cdot+}$ radikal giderme aktivitesi ABTS-K_2SO_8 (2,2´-azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonik asit)-potasyum persulfat) metodu kullanılarak tayin edildi (Dechayont ve ark., 2017; Re ve ark., 1999). 7 mM ABTS ve 2.45 mM K_2SO_8 (2:1) karıştırıldı ve 12-16 saat oda sıcaklığında, karanlıkta bekletildi. Karışımın absorbans değeri 0.700±0.020 olacak şekilde 1:33 (v/v) etanolle seyreltildi. 96 kuyucuklu plakada 20 µL farklı konsantrasyonlardaki örnekler veya standartlar (BHA, TBHQ ve E vitamini), 180 µL ABTS$^{\cdot+}$ çözeltisi homojen karıştırıldı. Her bir karışımın absorbans değeri 6 dk sonra 734 nm' de BIOTEK (Epoch2) mikroplaka okuyucusu kullanılarak ölçüldü ve sonuçlar IC_{50} (µg/mL) değerleri hesaplanarak belirlendi.

Antibakteriyel Aktivite Yöntemleri

Antibakteriyel aktivitelerde gram negatif bakteriler olarak *Escherichia coli* (ATCC 25922), *Psedomonas aeruginosa* (ATCC 15442), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 10031), *Salmonella enterica* (ATCC 13311) ve gram pozitif bakteriler olarak ise *Enterococcus faecalis* (ATCC 29212), *Bacillus cereus* (CCM 99), *Staphylococcus aureus* (ATCC 25213), *Lysteria monocytogenes* kullanıldı.

Disk Difüzyon Metodu

Örneklerin etanol çözeltilerinin antibakteriyel aktivitesi disk difüzyon metodu ile belirlendi (Reller ve ark., 2009). 5 mL steril serum fizyolojik (%0.85 NaCl) çözeltisine bir miktar bakteri eklendi ve McFarland 0.5 değerine ayarlandı. Steril petrilere 25 mL MHA (Muller Hinton Agar) ilave edildi. McFarland 0.5 değeri ayarlanan bakteri çözeltisi agar üzerine sürüldü. 50 µL örnekler ve antibiyotikler (1000 µg/mL) disklere emdirildi ve diskler agar üzerine yerleştirildi. 37 ºC' de 16-18 saat inkübasyona bırakıldı. İnhibisyon bölgeleri mm olarak belirlendi. Pozitif kontrol olarak amoksisilin ve tetrasiklin antibiyotikleri, negatif kontrol olarak ise ekstraktların ve antibiyotiklerin çözücüleri kullanıldı.

Mikrodilüsyon Metodu

Örneklerin etanol çözeltilerinin antibakteriyel aktivitesi mikrodilüsyon metodu ile belirlendi (Andrews, 2001). Katyonlu MHB için 100 mL MHB üzerine 400 µL $MgCl_2$ (2 mg/mL) ve 1 mL $CaCl_2$ (2 mg/mL) karıştırıldı. 5 mL steril serum fizyolojik (% 0.85 NaCl) çözeltisine bir miktar bakteri eklendi ve McFarland 0.5 değerine ayarlandı ve 1 mL alınarak 9 mL katyonlu MHB ile karıştırıldı. Steril 96-kuyucuklu plakadaki her bir kuyuya 100 µL katyonlu MHB (Mueller Hinton II Broth) ilave edildi. 100 µL örnekler (1024 µg/mL) ve antibiyotikler (amoksisilin (2048 µg/mL) ve tetrasiklin (1024 µg/mL)) ilk kuyuya eklendi, karıştırıldı ve 100 µL alınarak ikinci kuyuya eklendi. Bu işlem 12. kuyuya kadar devam etti ve son olarak 12. kuyudan alınan 100 µL çözelti atıldı. 5 µL bakteri çözeltisi bütün kuyulara eklendi. +4 ºC buzdolabında 2 saat bekletildi ve sonra 37 ºC' de 16-18 saat inkübasyona bırakıldı. Minimum inhibisyon konsantrasyonu (MİK) µg/mL olarak belirlendi.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Örneklerin serbest radikal giderme aktivite sonuçları ve $ABTS^{\cdot+}$ radikal giderme aktivite sonuçları Tablo 1' de gösterildi.

Tablo 1. Antioksidan Aktivite Sonuçları

Örnekler	Antioksidan Aktivite	
	Serbest Radikal Giderme Aktivitesi	$ABTS^{\cdot+}$ Radikali Giderme Aktivitesi
	IC_{50} (µg/mL)	**IC_{50} (µg/mL)**
I	31.64±0.93	113.66±0.51
II	15.26±0.54	114.19±0.86
III	2.17±0.08	15.28±0.99
BHA	3.67±0.00	6.14±0.02
TBHQ	17.68±0.96	5.67±0.15
EVİT	2.34±0.17	16.00±0.12

Örneklerin aktiviteleri karşılaştırıldığında III örneğinin diğer örneklere göre daha etkili olduğu belirlendi.

Örneklerin Antibakteriyel aktivitesinin disk difüzyon metodu ve mikrodilüsyon metodu ile incelenmesinden elde edilen sonuçlar Tablo 2' ve Tablo 3'de gösterildi.

Tablo 2. Gram negatif bakteriler ile Antibakteriyel Aktivite Sonuçları

Antibakteriyel özellikler	Örnekler/ Antibiyotikler/ Kontrol	**Gram-negatif bakteri**			
		E. coli (ATCC 25922)	*P. aeruginosa* (ATCC 15442)	*K. pneumoniae* (ATCC 10031)	*S. enterica* (ATCC 13311)
İnhibisyon alanı, mm	I	7.9±0.7	NA	NA	7.0±0.0
	II	7.9±0.0	7.2±1.1	6.2±0.0	NA
	III	NA	6.7±0.4	NA	NA
	Amoksisilin	23.0±0.0	NA	NA	15.0±0.0
	Tetrasiklin	18.9±0.8	14.1±0.7	23.0±0.0	16.8±0.4
	Etanol	10.1±0.0	10.1±0.0	11.4±0.0	NA
	Kontrol	6.0±0.0	6.0±0.0	6.0±0.0	6.0±0.0
Minimum İnhibitör Konsantrasyonu (MIK), µg/mL	I	32	32	32	32
	II	64	64	64	64
	III	32	32	32	32
	Amoksisilin	4	32	>2048	32
	Tetrasiklin	1	8	8	8
	Etanol	NA	NA	NA	NA

NA: Aktivite yok
MIK (Minimum İnhibitör Konsantrasyonu**):** µg/mL

Tablo 3. Gram pozitif bakteriler ile Antibakteriyel Aktivite Sonuçları

Antibakteriyel özellikler	Örnekler/ Antibiyotikler/ Kontrol	**1 Gram-pozitif bakteri**			
		E. faecalis (ATCC 29212)	*B. cereus* (CCM 99)	*S. aureus* (ATCC 25213)	*L. monocytogenes*
İnhibisyon alanı, mm	I	12.4±0.0	6.9±0.0	8.0±0.0	9.8±1.1
	II	NA	6.4±0.7	NA	NA
	III	8.9±0.0	6.9±0.0	NA	10.5±0.0
	Amoksisilin	NA	33.7±0.9	NA	13.4±0.1
	Tetrasiklin	20.0±0.0	22.0±0.3	15.6±0.0	15.8±0.8
	Etanol	11.0±0.6	7.1±0.0	9.1±0.0	NA
	Kontrol	6.0±0.0	6.0±0.0	6.0±0.0	6.0±0.0
Minimum İnhibitör Konsantrasyonu (MIK), µg/mL	I	32	32	64	32
	II	64	32	64	64
	III	32	32	64	32
	Amoksisilin	>2048	128	>2048	256
	Tetrasiklin	16	<0.5	8	2
	Etanol	NA	NA	NA	NA

NA: Aktivite yok
MIK (Minimum İnhibitör Konsantrasyonu**):** µg/mL

Örneklerin antibakteriyel aktiviteleri antibiyotiklerle karşılaştırıldığında *B. cereus* bakterisinde etkili, *E. coli* bakterisinde I ve II örneği etkili, *P. aeruginosa* bakterisinde II ve III örneği etkili, *K. pneumonia* bakterisinde II örneği etkili, *S. enterica* bakterisinde I örneği etkili, *E. faecalis* ve *L. monocytogenes* bakterilerinde I ve III örneği etkili, *S. aureus* bakterisinde I örneğinin etkili olduğu belirlendi.
Örneklerin antibakteriyel aktiviteleri antibiyotiklerle karşılaştırıldığında *E. coli* bakterisinde az etkili, *P. aeruginosa* ve *S. enterica* bakterilerinde I ve III bileşiği amoksisilin antibiyotiğiyle aynı etkide fakat tetrasiklin antibiyotiğinden az etkili, *K. pneumonia, E. faecalis, B. cereus, S. aureus* ve *L. monocytogenes* bakterilerinde amoksisilin antibiyotiğinden etkili fakat tetrasiklin antibiyotiğinden az etkili olduğu belirlendi.

SONUÇ

DPPH• radikal giderme, ABTS+• katyon radikal giderme metodları kullanılarak incelen antioksidan aktivitesine bakıldığında III bileşiğinin I ve II bileşiklerinden daha etkili olduğu belirlendi. Antibakteriyel çalışmalarda Gram-negatif bakterilerde II bileşiğinin daha etkili olduğu, gram-pozitif bakterilerde ise I bileşiğinin daha etkili olduğu belirlendi.

KAYNAKLAR

Allen FH, Watson DG, Brammer L, Orpen AG, and Taylor R, 2004. Typical interatomic distances: organic compounds. International Tables for Crystallography, Vol. C, 3. Ed., Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 790- 811.

Andrews JM, 2001. Determination of minimum inhibitory concentrations. Journal of antimicrobial Chemotherapy, 48:suppl_1, 5-16.

Ayaz Seyhan S, 2019. DPPH• Antioksidan Analizinin Yeniden Değerlendirilmesi. Batman University Journal of Life Sciences Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, 9:2, 125-135.

Bakır TK, Lawag JB, 2020. Preparation, characterization, antioxidant properties of novel Schif bases including 5 chloroisatin thiocarbohydrazone. Res. Chem. Intermed., 46: 2541-2557.

Beraldo H, Sinisterra RD, Teixeira LR, Vieira RP, Doretto MC, 2002. An effective anticonvulsant prepared following a host–guest strategy that uses hydroxypropyl-beta-cyclodextrin and benzaldehyde semicarbazone. Biochemical and Biophysical Research Communications, 296: 241-246.

Blois MS, 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 181:4617, 1199-1200.

Dechayont B, Ruamdee P, Poonnaimuang S, Mokmued K, Chunthorng-Orn J, 2017. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Pogostemon cablin (Blanco) Benth. Journal of Botany, 2017:1-6.

Deng J, Cheng W, Yang G, 2011. A novel antioxidant activity index (AAU) for natural products using the DPPH assay. Food Chemistry, 125:4, 1430–1435.

Kahkönen MP, Hopia AI, Vuorela HJ, Rauha JP, Pihlaja K, Kujala JTS, Heinonen M, 1999. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47: 3954–3962.

Kaur C, Kapoor HC, 2001. Antioxidants in Fruits and Vegetables-The Millennium's Health. International Journal of Food Science and Technology, 36: 703-725.

Kedare SB, Singh RP, 2011. Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. Journal of Food Science and Technology, 48:4, 412-422.

Kumar KS, Ganguly S, Veerasamy R, Clercq ED, 2010. Synthesis, antiviral activity and cytotoxicity evaluation of Schiff bases of some 2-phenyl quinazoline-4(3)H-ones. Eur. J. Med. Chem., 45: 5474-5479.

Liao YC, Yang S, Syu MJ, Xu Y, 2005. Development and validation of an HPLC–UV method for the analysis of methoxyamine using 4-(diethylamino)benzaldehyde as a derivatizing agent. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 39: 724-729.

Mele J, Ali MM, Salahuddin MS, Habib MR, and Khanam JA, 2008. Antimicrobial Activity of Some Schiff Bases Derived from Benzoin, Salicylaldehyde, Aminophenol and 2,4 Dinitrophenyl Hydrazine, Mycobiology 36:1, 70-73.

Miller NJ, Rice-Evans C, Davies MJ, Gopinathan V, Milner A, 1993. A Novel Method for Measuring Antioxidant Capacity and its Application to Monitoring the Antioxidant Status in Premature Neonates. Clin Sci (Lond) 84:4, 407–412.

Pahlavani E, Kargar H, 2021. Synthesis, Characterization, and Study of Anti-Tubercular and Anti-Microbial Activity of Isonicotinohydrazide Tridentate Schiff Base Ligands. Iran. J. Chem. Chem. Eng., 40:(1) 201-206.

Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C, 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free radical biology and medicine, 26:9-10, 1231-1237.

Reller LB, Weinstein M, Jorgensen JH, Ferraro MJ, 2009. Antimicrobial susceptibility testing: a review of general principles and contemporary practices. Clinical infectious diseases, 49:11, 1749-1755.

Scherer R, Godoy HT, 2009. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. Food Chemistry, 112:3, 654–658.

Schiff H, 1916. In the collection Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft, fasc. Berlin, 48:2, 1566–67.

Sharma OP, Bhat TK, 2009. DPPH antioxidant assay revisited. Food Chemistry, 113: 1202–1205.

Shehry MFE, Ewies EF, Zayed EM, 2019. Synthesis of New Pyrazole Derivatives, Their Anti-Inflammatory and Analgesic Activities, and Molecular Docking Studies. Russian Journal of General Chemistry, 89:(3) 492-498.

Shi L, Ge HM, Tan SH, Li HQ, Song YC, Zhu HL, Tan RX, 2007. Synthesis and antimicrobial activities of Schiff bases derived from 5-chloro-salicylaldehyde. European Journal of Medicinal Chemistry 42: 558-564

Sriram D, Yogeeswari P, Myneedu NS, Saraswat V, 2006. Abacavir prodrugs: Microwave-assisted synthesis and their evaluation of anti-HIV activities. Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters, 16: 2127-2129.

Tanak H, Ağar A, and Büyükgüngör O, 2012. Quantum-chemical, spectroscopic and X-ray diffraction studies of (E)-2-[(2-Bromophenyl)iminomethyl]-4- trifluoromethoxyphenol. Spectrochimica Acta Part A, 87:15-24.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Sikloid dişli kutusu tasarımı ve hareket analizi

Hakan Güneş[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2503-4958*),
Hakan Dilipak[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3796-8181)*

[*1]Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği, Ankara, Türkiye
[2] Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, İmalat Mühendisliği, Ankara, Türkiye

*hakangunes258@gmail.com

Özet
Sikloidal dişli kutuları, hassas hareket kontrolü için tasarlanmış dişli mekanizmalarıdır. Geniş dişli oranı aralığı, yüksek verim ve küçük boyutlar gibi avantajlarının yanı sıra aynı anda birden fazla dişin temas halinde olması sebebiyle de yüksek yük taşıma kapasitesine sahiptirler. Çalışma prensibinden ötürü çok sayıda bileşen, birbirleri ile sürekli temas halindedirler. Bu sebeple sürtünme, sikloid dişli kutusunun verimi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu çalışmada sikloid dişli kutusunda birbirleri ile sürekli temasta bulunan bileşenler arasındaki sürtünmenin, verim üzerindeki etkisi hareket analizi yardımı ile incelenmiştir. Çalışma kapsamında bir sikloidal dişli kutusunun tasarımı yapılmış ve daha sonra Solidedge parametrik katı modelleme yazılımının hareket analizi modülünde sistemin hareket analizi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler neticesinde sürtünme katsayısının verim üzerindeki etkisi yorumlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sikloidal dişli, hareket analizi, verim, sürtünme

Cycloid gearbox design and motion analysis

Abstract
Cycloidal gearboxes are gear mechanisms designed for precise motion control. In addition to their advantages such as wide gear ratio range, high efficiency, and small dimensions, they have also high load carrying capacity due to more than one tooth is in contact at the same time. Due to its working principle, many components are in contact with each other consistently. Therefore, friction has a significant effect on the efficiency of the cycloid gearbox. In this study, the effect of friction between the components in contact with each other in the cycloid gearbox on the efficiency was investigated with the help of motion analysis. Within the scope of the study, a cycloidal gearbox was designed and then the dynamic analysis of the system was performed in the motion analysis module of Solidedge parametric solid modeling software. As a result of the data obtained, the effect of the friction coefficient on the efficiency was interpreted.

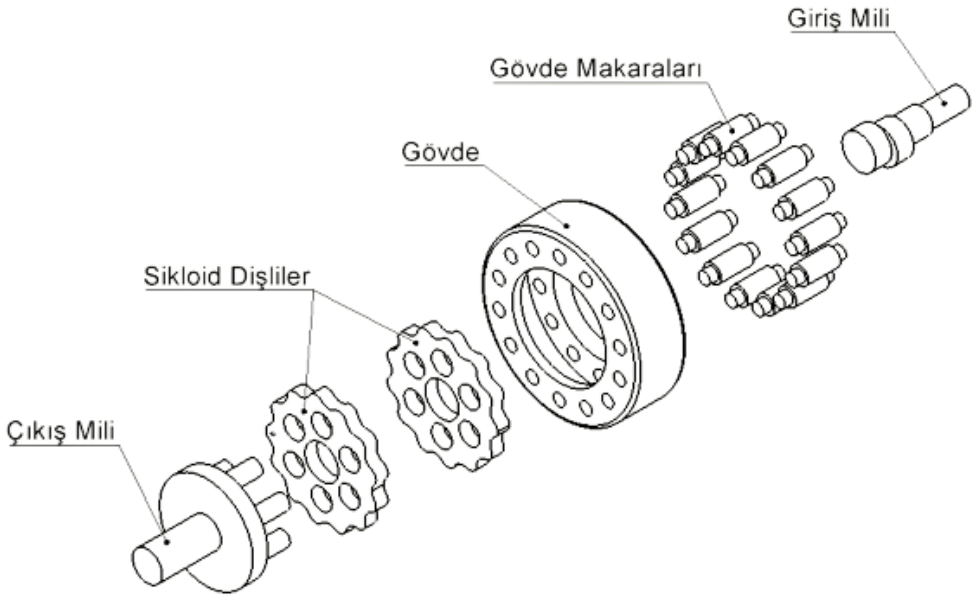
Keywords: Cycloid gear, motion analysis, efficiency, friction

GİRİŞ

Günümüz endüstrisinde güç iletimi için kullanılan dişli kutularında verim, yük kapasitesi, iletim hassasiyeti ve boyutlar önemli kriterler olarak karşımıza çıkmaktadır. Sikloidal dişli kutuları, sahip olduğu birçok avantaj sayesinde konveyör, gıda makineleri, uydu pozisyonlanama, robot makineleri, karıştırıcılar, geri dönüşüm makineleri, otomotiv ve çelik fabrikaları gibi çok geniş uygulama alanlarına sahiptir. Mevcut özellikleri ile de kullanım alanları giderek yaygınlaşmaktadır.

Giriş mili, sikloid dişliler, gövde, gövde pimleri ve çıkış mili dişli kutusunun temel bileşenlerini oluşturmaktadır ve Şekil 1'de gösterilmiştir. Sikloid dişli kutusunun çalışmasında ilk olarak giriş mili, sikloid dişlileri eksantrik olarak tahrik etmektedir. Dişliler eksantrik hareketten dolayı bir dönme hareketi kazanmaktadır. Gövde üzerinde ise gövde makaraları yer almakta ve bu makaralar bir iç sikloid dişli görevi üstlenmektedirler. Sikloid dişliler ile bu makaralar ile eşlenik olarak çalışmaktadır. Dönme hareketi kazanan sikloid dişliler, gövde makaraları içerisinde giriş milinin tersi yönünde yuvarlanmaya başlarlar. Çıkış makaraları ise çıkış milinin üzerindeki yer almaktadır ve sikloid dişliler üzerinde yer alan açıklıklara konumlandırılmışlardır. Sikloid dişliler, yuvarlanma hareketini çıkış makaralarına aktararak çıkış milinin

dönmesini sağlamaktadır. Sikloid dişlilerin yaptığı eksantrik yuvarlanma hareketi sayesinde giriş mili ve çıkış milinin hızları arasında dişli kutunun çevrim oranı katı kadar bir fark oluşmaktadır.



Şekil 1. Sikloid dişli kutusu temel elemanları

Sikloidal dişli ve dişli kutusu günümüzde birçok araştırmaya konu olmuştur. Diş profillerinin geometrisi, çalışma toleransları, dişli boşlukları, temas analizleri, üretim yöntemleri, oluşan kuvvetler ve yük dağılımı, kinematik ve verimlilik inceleme yapılan konular arasındadır. Özellikle verimlilik, sikloidal dişli kutusunun tasarlanmasında çok önemli bir yönü temsil eder. Verimliliğin matematiksel modellemesi üzerinde çalışan ilk araştırmacı ise Kudrijavcev'dir. Planet aktarımlar ile ilgili kitabında sikloid redüktörler için önemli bir bölüm ayırmıştır (Kudrijavcev, 1966). Daha sonra bu matematiksel modelin deneyler ile doğrulaması yapılmıştır (Blagojevic, 2012). Malhotra, Kudrijavcev'in matematiksel modelini temel alarak sikloid dişlinin her bir gövde ve çıkış makarasındaki kayıplarını ayrı ayrı dikkate alan yeni bir matematiksel model geliştirmiştir (Malhotra, 1983). İlerleyen yıllarda ise Malhotra'nın verimliliği belirleme yönteminin deneysel doğrulaması gerçekleştirilmiştir (Mihailidis ve ark., 2014). Gorla ve arkadaşları, yenilikçi bir redüktör tasarımı ile deneysel ve teorik sonuçları kıyaslamıştır. Elde edilen sonuçlardan ise yeni bir matematiksel model oluşturulmuştur (Gorla ve ark., 2008). Yakın dönem çalışmalarda verimlilik için çeşitli testler gerçekleştirilmiştir. Verimlilik ile ilgili çalışmalardan bir tanesi verimin giriş torkuna etkisidir (Kosse, 2007). Bir diğer çalışma konusu ise sürtünmenin sikloid redüktörlerin verimliliği üzerindeki etkisidir (Blagojevic, 2012). Geometrik tasarım parametrelerinin de verim üzerindeki etkisi araştırılmıştır (Mackic, 2013).

Literatürde sikloid dişli kutuları ile ilgili dişli profilinin geometrisi, oluşan kuvvetler ve stresler, kinematik, üretim teknikleri, üretim hataları, yüzey kalitesi, profil toleransı, temas analizi, tasarım optimizasyonu, verim ve verimi etkileyen faktörler gibi birçok konuda çalışmaların yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmada ise, sürtünme katsayısındaki değişimin verim üzerindeki etkisi hareket analizi yazılımı Solidedge Motion ile incelenmiştir.

GEOMETRİ ve TASARIM

Sikloid dişli aktarımları, planet dişli mekanizmalarının bir türüdür. Dış dişli olarak sikloid dişli kullanılırken, iç dişli olarak gövde pimleri kullanılmaktadır. Genelde tasarımsal olarak gövde pimleri sayısı z_2, sikloid dişlinin diş sayısı z_1'in bir fazlasıdır. Dişli kutusunun çevrim oranı Denklem 1 ile hesaplanır.

$$i = \frac{z_1}{z_2 - z_1}$$

Burada i dişli kutusunun çevrim oranını ifade etmektedir. Sikloid eğrisinin episikloid, hiposikloid ve ortosikloid gibi farklı türleri bulunmaktadır. Sikloid dişlilerin geometrisi için

kullanılan eğri ise kısaltılmış episikloid eğrisidir. Episikloid eğri büyük bir çember etrafında kayma olmaksızın yuvarlanan küçük bir çemberin üzerindeki bir noktanın oluşturduğu yoldur. Sikloid dişli profili oluşturulurken ilk olarak teorik profil oluşturulur. Dişlinin teorik profilini oluşturan ifade ise Denklem 2'de verilmiştir. (Alipiev, 1988)

$$x_t = \frac{m}{2}[(z_1+1)\,sin\,\theta - \,(1-x)sin(z_1+1)\,\theta]$$

$$y_t = \frac{m}{2}[(z_1+1)\,cos\,\theta - (1-x)\,cos(z_1+1)\,\theta]$$

Burada x_t ve y_t teorik profilin koordinatlarını, m dişli modülünü, x profil düzeltme faktörünü ve θ ise profili oluşturan açıyı temsil etmektedir. Gerçek profil, teorik profile eşit uzaklıktaki bir profilidir. Teorik profilin modifikasyonu ile elde edilen ve gerçek profili veren ifade Denklem 3'te verilmiştir (Alipiev, 1988).

$$x_w = \frac{m}{2}[(z_1+1)\,sin\,\theta - (1-x)\,sin(z_1+1)\,\theta \; + \; \frac{2\,r_M^*\,[(1-x)\,sin(z_1+1)\,\theta \; - sin\,\theta]}{\sqrt{1-2(1-x)\,cos\,z_1\,\theta+(1-x)^2}}]$$

$$y_w = \frac{m}{2}[(z_1+1)\,cos\,\theta - (1-x)\,cos(z_1+1)\,\theta + \; \frac{2\,r_M^*\,[(1-x)\,cos(z_1+1)\,\theta \; - cos\,\theta]}{\sqrt{1-2(1-x)\,sin\,z_1\,\theta+(1-x)^2}}]$$

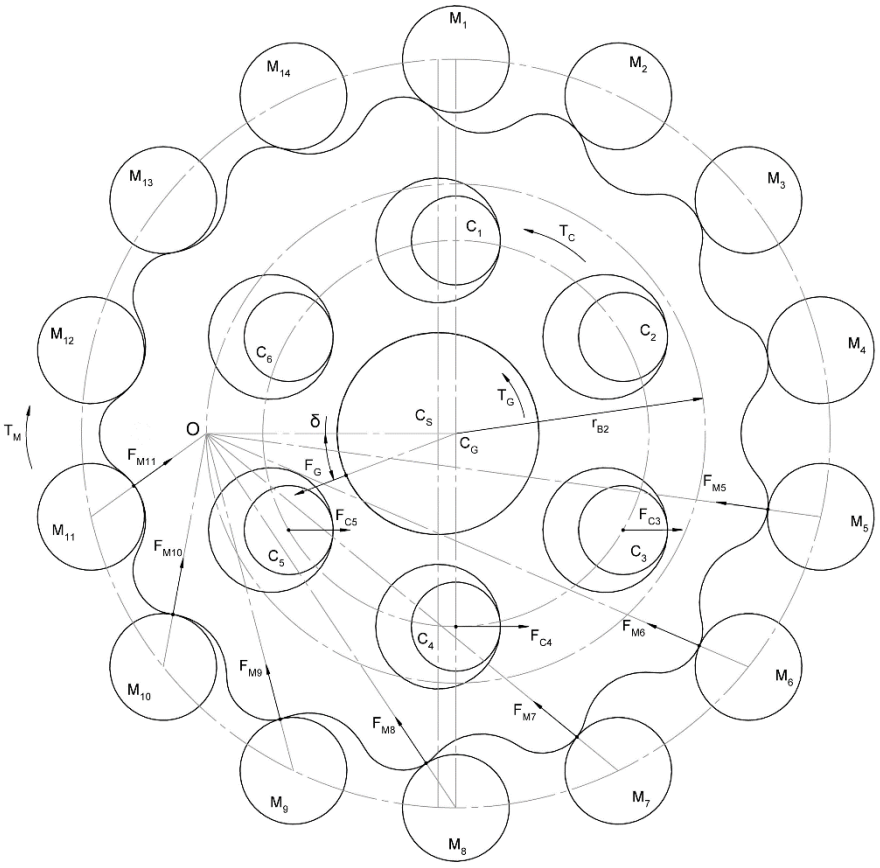
Denklemde geçen r_M^* gövde pimi yarıçapı düzeltme katsayısını ifade etmektedir ve genellikle $r_M^* = 1$ olarak alınır. Dişli kutusunun tasarımında ilk olarak aktarım oranı belirlenir. Daha sonra aktarılacak momentin büyüklüğüne göre modüle karar verilir. Bir sonraki adımda ise eksen kaçıklığı ve profil düzeltme faktörü hesaplanır. Düşük bir profil düzeltme faktörü daha büyük bir hareket aktarımı açısı ve daha verimli bir hareket iletimi sağlamaktadır. Bunun yanında yüksek bir profil düzeltme faktörü dişlinin giderek yuvarlak bir şekle yaklaşması sebebiyle titreşimleri azaltmaktadır. Temel faktörler belirlendikten sonra dişlinin boyutlandırılması yapılır. Aşağıdaki Tablo 1'de tasarımı yapılan ve tasarım için kullanılan parametreler verilmiştir:

Tablo 1. Tasarım Parametreleri

Tanım	Sembol	Değer	Birim
Dişli Modülü	m	9	mm
Dişli Diş Sayısı	z_1	13	-
Gövde Makarası Sayısı	z_2	14	-
Gövde Makaralarının Çapı	d_M	18	mm
Gövde Makaralarının Yerleşim Yarıçapı	r_2	58,5	mm
Profil Düzeltme Faktörü	x	0,333	-
Eksen Kaçıklığı (Eksantriklik)	e	3	mm
Çıkış Makaralarının Yerleşim Yarıçapı	r_C	32,5	mm
Çıkış Makaralarının Çapı	d_P	15	mm
Sikloid Dişli Çıkış Deliklerinin Yarıçapı	r_S	21	mm

KUVVETLER ve VERİM

Sikloid dişli kutularının verimlilik analizi oldukça karmaşık bir problemdir. Bu konu üzerine birçok çalışma yapılmıştır. Mevcut çalışmaların çoğunluğu diş profilinden kaynaklanan kayıplara odaklanmıştır. Verimin belirlenebilmesi için öncelikli olarak oluşan kuvvetlerin belirlenmesi gerekmektedir. Dişli kutusundaki temaslar sonucu tepki kuvvetleri oluşmaktadır. Kuvvetlerin etkisi ile sürtünmeler oluşmakta ve bu bölgelerde güç kayıpları meydana gelmektedir. Dişli kutusunda en kritik öneme sahip parça sikloid dişlidir. Çünkü sikloid dişli, gövde makaraları, giriş mili ve çıkış makaraları ile sürekli temas halindedir. Temaslar sonucu oluşan bu tepki kuvvetleri Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Sikloid dişli kutusunda oluşan kuvvetler

Şekilde gösterilen F_G sikloid dişli ile giriş mili arasındaki tepki kuvvetini, F_M sikloid dişli ile gövde makaraları arasındaki tepki kuvvetini ve F_C ise sikloid dişli ile çıkış mili pimleri arasındaki tepki kuvvetini simgelemektedir. Dişli kutusunun verimi ise teorik olarak Denklem 4'te verilen genel ifade ile hesaplanır:

$$n = \frac{P - K_T}{P}$$

Bu denklemde geçen P giriş gücünü, K_T ise dişli kutusundaki toplam güç kaybını ifade etmektedir. Dişli kutusundaki kayıplar yüke bağlı ve yükten bağımsız olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Yükten bağımsız kayıplar, sızdırmazlık ve yataklama elemanlarından gibi bileşenlerden kaynaklanan kayıplardır. Bu kayıpların genel verim üzerindeki etkisi düşüktür ve çalışma kapsamında ihmal edilmiştir. Yüke bağlı kayıplar ise temas bölgelerindeki kuvvetler ve sürtünme katsayısına bağlı olarak değişmektedir ve Denklem 5 ile ifade edilmiştir.

$$K_T = K_1 + K_2 + K_3$$

Bu ifadede yer alan K_1 giriş mili ile sikloid dişli arasındaki güç kaybını, K_2 sikloid dişli ile çıkış mili üzerinde yer alan pimler arasındaki güç kaybını ve K_3 ise sikloid dişli ile gövde makaraları arasındaki güç kayıplarını simgelemektedir. K_1 güç kaybı Denklem 6 ile hesaplanır: (Gorla ve ark., 2008)

$$K_1 = \mu \,.F_G.r_G.(w_{in} - w_{out})$$

İfadede yer alan μ sürtünme katsayısını, r_G sikloid dişli göbek yarıçapını, w_{in} ve w_{out} ise eksantrik rulman iç ve dış bileziklerinin açısal hızını ifade etmektedir. Dişli kutusunda bu bölgede rulman kullanılması sebebiyle güç kaybı düşüktür ve toplam verim üzerindeki etkisi azdır. Bu sebeple analizlerde rulman modeli kullanılmamış ve buradaki sürtünme kaybı ihmal edilmiştir.

Dişli pozisyonuna göre gövde ve çıkış pimlerinde baskı kuvvetlerinden dolayı yarısı yük taşırken, diğer yarısında ise yüke maruz kalmaz. Çıkış pimlerinde oluşan K_2 güç kaybı ise Denklem 7 ile ifade edilir (Mihailidis ve ark., 2014).

$$K_2 = \sum_{i=1}^{q} \mu \,.\, F_{C_i}.\, v_C$$

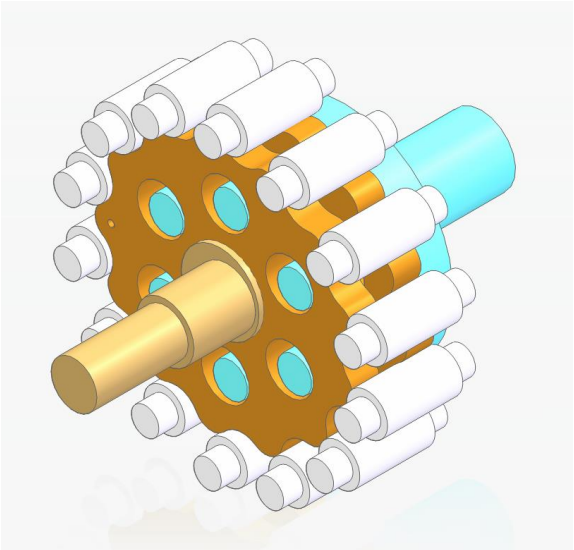
Burada yer alan q çıkış makarası sayısını, v_C ise çıkış pimleri ile sikloid dişli arasındaki bağıl hızı ifade etmektedir. K_3 güç kaybı ise Denklem 8 ile hesaplanır (Mihailidis ve ark., 2014).

$$K_3 = \sum_{j=1}^{z_2} \mu \,.\, F_{M_j}.\, v_S$$

Bu ifadede yer alan v_S sikloid dişli ile gövde makaraları arasındaki bağıl hızı simgelemektedir.

ANALİZ

Dişli kutusunun hareket analizi, Solidedge Motion yazılımı ile yapılmıştır. Tasarımı yapılan dişli kutusunun analizde kullanılabilmesi için bileşenler üzerinde sadeleştirme yapılmıştır ve temel bileşenler dışındaki bileşenler analizlere dâhil edilmemiştir. Analizlerde bileşenler, bileşenler arası ilişkiler, dişli kutusu için giriş ve çıkış sınır şartları tanımlanmıştır. Tasarımı yapılan ve analizlerde kullanılan sistem Şekil 3'te gösterilmiştir. Analizler farklı sürtünme katsayıları için tekrarlanmıştır. Ve kullanılan sürtünme katsayıları Tablo 2'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Analizi gerçekleştirilen sistemin 3 boyutlu modeli

Tablo 2. Analizlerde Kullanılan Sürtünme Katsayıları

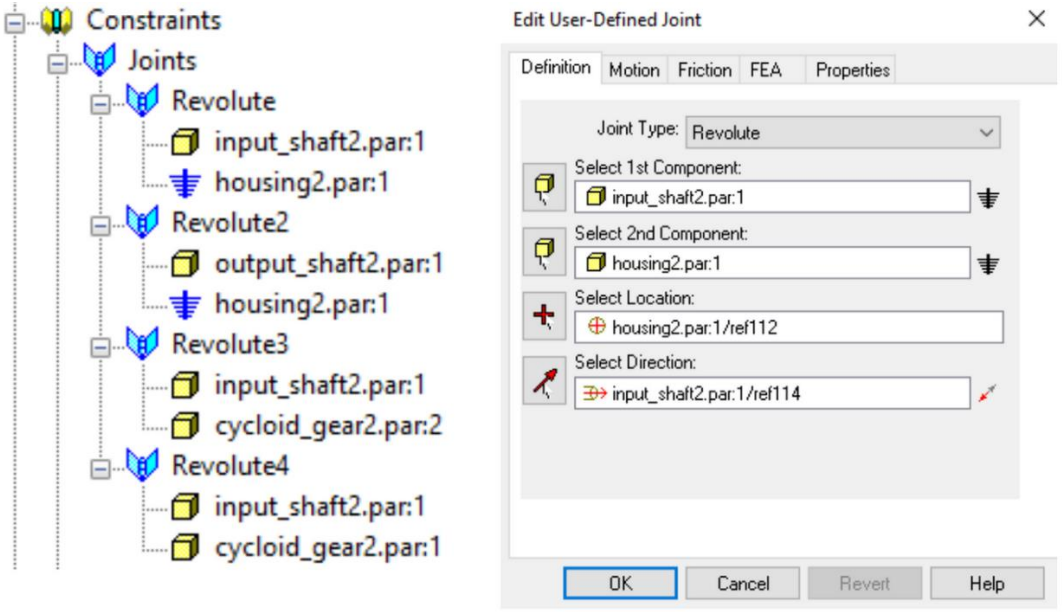
Analiz No	Analiz 1	Analiz 2	Analiz 3	Analiz 4	Analiz 5
Sürtünme Katsayısı	0	0,05	0,1	0,15	0,2

Analizde ilk adım olarak hareketli ve sabit parçalar belirlenmiştir. Gövde ve gövde pimleri sabit parçalar olarak belirlenirken, dişliler ve miller hareketli parçalar olarak tanımlanmıştır. İkinci adım olarak ise kısıtlamalar başlığının altındaki bağlantılar bölümünde (joints) hareketli parçalar ile sabit parçalar arasındaki bağlantılar tanımlanmıştır. Tanımlanan bağlantılar aşağıda belirtilmiştir.

- Giriş milinin gövde ile eş eksenli olması ve bu eksende dönme hareketi yapabilmesi,
- Çıkış milinin gövde ile eş eksenli olması ve bu eksende dönme hareketi yapabilmesi,
- İlk sikloid dişlinin, giriş milinin ilk eksantrik kısmı ile eş eksenli olması ve bu eksende dönme hareketi yapabilmesi,
- İkinci sikloid dişlinin, giriş milinin diğer eksantrik kısmı ile eş eksenli olması ve bu eksende dönme hareketi yapabilmesidir.

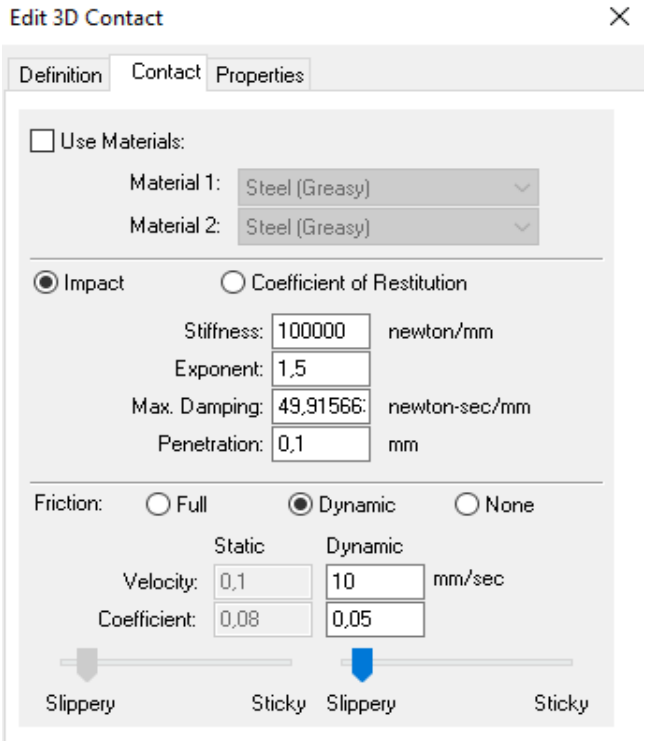
Bağlantı detaylarında ise bağlantı türü döner bağlantı (revolute) seçilmiştir. Bağlantı elemanlarının malzemeleri çelik olarak tanımlanmış ve bu bağlantılardaki sürtünmeler ihmal edilmiştir. Çünkü gerçek

çalışma koşullarında bu hareketler rulmanlar üzerinde gerçekleşmektedir. Burada gerçekleşen kayıplar dişli kutusundaki toplam kayıpların küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Yazılımda oluşturulan bağlantılar ve bağlantı detayları Şekil 4'te verilmiştir:



Şekil 4. Bağlantılar ve bağlantı detayları

Üçüncü adım olarak kısıtlamalar başlığı altındaki temaslar bölümünde (contacts), hareket halinde birbirleri ile temas kuran parçaların ilişkileri tanımlanmıştır. Dişli kutusunun çalışması esnasında sikloid dişli, gövde pimleri ve çıkış mili ile sürekli temas kurmaktadır. Yazılımda gövde makaraları-sikloid dişli ve çıkış pimleri-sikloid dişli arasındaki temaslar tanımlanmıştır. Dişli kutusundaki kayıpların en önemli bölümü bu temas bölgelerinde oluşan kayıplardır. Bu bölgelerdeki sürtünme katsayıları değiştirilerek analizler tekrarlanmıştır. Çıkan sonuçlarda sürtünme etkisinin kayıpları nasıl etkilediğini gözlemlenmiştir. Temas detaylarında dişli kutusunun belirli bir hızda çalışma hali düşünülerek statik sürtünme ihmal edilmiş ve dinamik sürtünme aktif edilmiştir. Temas detayları ise Resim 5'te gösterilmiştir.

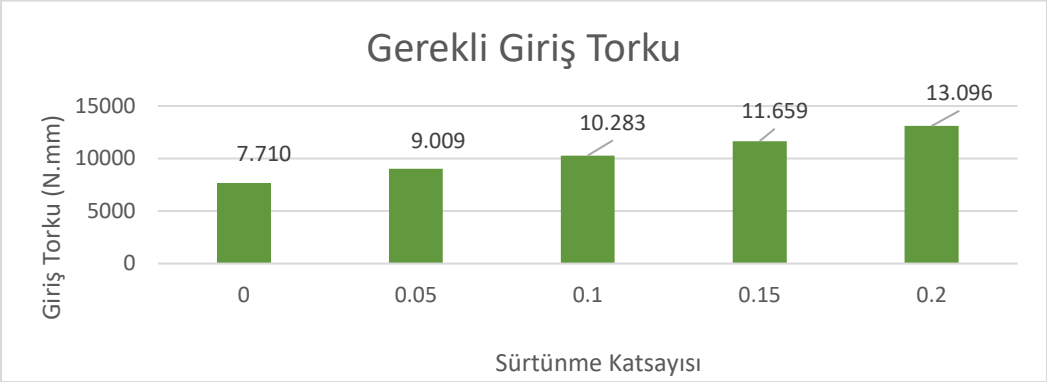


Şekil 5. Temas detayları

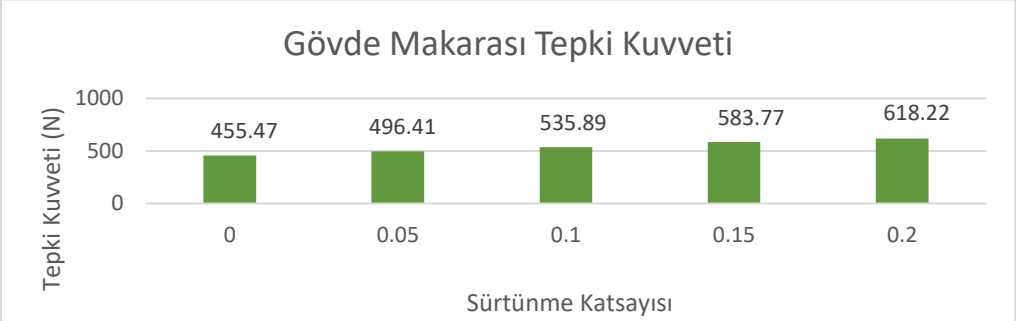
Dördüncü adım olarak dişli kutusuna hareket kaynağı tanımlanmıştır. Hareket kaynağı olarak giriş mili referans gösterilmiş ve 780°/s olarak saat yönünün tersine olacak şekilde sabit hız tanımlanmıştır. Beşinci adım olarak sistemin verimini ölçebilmek için sisteme bir yük uygulanmıştır. Yük olarak kuvvetler (forces) başlığının altında bulunan sadece eylem sekmesinden (action only) çıkış miline 100 N.m moment uygulanmıştır. Bu sayede sistemin bu yükü çevirebilmesi için gerekli olan giriş torku büyüklüğü hesaplatılmıştır. Son olarak sistemin analizleri yapılmış ve sonuçların çıktısı alınmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

İlk çıktı olarak çevrim oranının kontrolü için çıkış milinin hız çıktısı alınmıştır ve 10 rpm olarak elde edilmiştir. Elde edilen diğer çıktılar ise sistem için gerekli tork grafiği ve gövde makaralarında oluşan tepki kuvvetleridir. Bu çıktılar ise Şekil 6 ve 7'de gösterilmiştir:



Şekil 6. Sürtünme katsayısı ve giriş torku ilişkisi



Şekil 7. Sürtünme katsayısı ve giriş momenti ilişkisi

Sikloidal dişli kutularındaki kayıpların en önemli sebebi ise sürtünmedir. Bu çalışmada bir sikloidal dişli kutu tasarımı yapılmış ve bu dişli kutusunun farklı sürtünme değerleri altındaki verimi Solidedge Motion yazılımı ile analiz edilmiştir. Analizlerde giriş hızı ve çıkış torku sabit tutularak sistemi hareket ettirebilmek için gerekli olan tork değeri (giriş tork değeri), çıkış mili hızı ve gövde makaralarında oluşan tepki kuvvetleri çıktı olarak alınmıştır. Aşağıdaki Tablo 3'te analizler sonucu elde edilen verim değerleri paylaşılmıştır.

Tablo 3. Analizler Sonucu Elde Edilen Verim Değerleri

Sürtünme Katsayısı	0	0,05	0,1	0,15	0,2
Hesaplanan Verim (%)	99,7	85,4	74,8	66,0	58,7

SONUÇ

Analiz sonuçlarından da görüldüğü gibi sürtünme katsayısındaki artış dişli kutusunun veriminde önemli bir kayba neden olmaktadır. Sürtünme katsayısındaki artış aynı zamanda temas bölgelerinde oluşan tepki kuvvetlerini de artırmaktadır. Tepki kuvvetlerindeki artış, elemanlar üzerinde oluşan gerilmenin de artmasına sebep olmaktadır. Elde edilen verim kaybı değerlerinin, literatürdeki çalışmalar ve bazı firmaların katalog değerleri ile paralellik gösterdiği gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

Alipiev, O., (1988). Geometry and Forming of Epycicloidal and Hypocycloidal Toothed Wheels in Modified Cyclo-Transmission, Ph.D. Dissertation, Ruse.

Blagojevic, M., Kocic, M., Marjanovic, N., Stojanovic, B., Dordevic, Z., Ivanovic, L., Marjanovic, V. (2012). Influence of the Frictionon the Cycloidal Speed Reducer Efficiency, Journal of the Balkan Tribological Association, Vol.18, No.2, pp.217-227.

Blagojevic, M., Vasic, M., Matejic, M. & Cofaru, I., I., (2021). The Influence of the Cycloid Disc Bearing Type on the Cycloidal Speed Reducer Efficiency, 10th International Conference on Manufacturing Science and Education, Sibiu, Romania.

Gorla, C., Davoli P., Rosa F., Chiozzi, F., Samarani, A. (2008). Theoretical and Experimental Analysis of a Cycloidal Speed Reducer, Journal of Mechanical Design, vol. 130, iss. 11, p. 8.

Kudrijavcev, V. N., (1966). Planetary Transmissions, Moscow, Russia.

Kosse, V. (2007). Conference ICSV14, 9th-12th July, Cairns, Australia.

Malhotra, S. K., Parameswaran, M. A., (1983). Mech. Mach. Theory, 18, 9

Mackic, T., Blagojevic, M., Babic, Z. & Kostic, N., (2013). Influence of Design Parameters on Cyclo Drive Efficiency, Journal of the Balkan Tribological Association, Vol. 19, No 4, 497–507.

Mihailidis, A., Athanasopoulos, E., Okkas, E. (2014). Efficiency of a Cycloid Reducer, Laboratory of Machine Elements and Machine Design, Aristotle University of Thessoloniki, Greece.

➢ *ORAL PRESENTATION*

2-[(1-Acetyl-3-ethyl-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl)-azomethine]-phenyl furan-2-carboxylate: Electronic and Spectroscopic Properties with Density Functional Theory

Önder Albayrak[1,*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6573-6137*), Murat Beytur[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7098-5592*), Haydar Yüksek[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1289-1800*)

[1,*] Atatürk Vocational School of Health Services, Kars, Türkiye
[2] Kafkas University, Faculty of Sciences and Letters, Department of Chemistry, Kars, Türkiye

* Corresponding author e-mail: onder_albayrak024@hotmail.com

Abstract

2-[(1-acetyl-3-ethyl-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl)-azomethine]-phenyl furan-2-carboxylate was synthesized by the reaction of 2-formylphenyl furan-2-carboxylate with 3-ethyl-4-amino-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one in excellent yields. Theoretically spectral values of 2-[(1-acetyl-3-ethyl-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl)-azomethine]-phenyl furan-2-carboxylate were calculated. The geometries of the studied molecules were plotted using the GaussView 5.0 computer program. ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR values were calculated theoretically in gas phase and DMSO solvent according to the GIAO method. ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR values were calculated experimentally in DMSO solvent only. Theoretically calculated IR values of titled compound were calculated using of B3LYP/6-311G(d,p) basis sets in gas phase and are multiplied with appropriate scale factors and the values obtained according to B3LYP method is formed using theoretical infrared spectrum. Veda4f program was used to define the calculated IR values. The obtained values were compared with experimental values. The calculated and experimental results were exhibited a very good agreement. Also, electronic properties of the related molecule such as energy gap ($\Delta E=E_{LUMO}-E_{HOMO}$), chemical potential ($\mu$), electrophilic index ($\omega$), ionization potential (IP), electron affinity (EA), electronegativity (χ), molecular softness (S), molecular hardness (η) were obtained with same basis set.

Keywords: Furan-2-carboxylate, Gaussian 09W, Electronic, Spectroscopic.

INTRODUCTION

Schiff base compounds are used as starting materials in the synthesis of important drugs, such as antibiotics and antiallergic, antiphlogistic, and antitumor substances (Barton &Ollis, 1979; Ingold, 1969; Layer, 1963; Taggi et.al., 2002). Schiff bases are also becoming increasingly important in the dye and plastic industries as well as for the liquidecrystal technology and mechanistic investigation of drugs used in pharmacology, biochemistry and physiology (Sheikhshoaie & Sharif, 2006). In the past years, by increasing development of computational chemistry, theoretically properties of Schiff bases were investigated (Beytur et al., 2020; Uğurlu and Beytur 2020, Uğurlu 2020). Quantum chemical calculation methods have widely been used to theoretically predict the structural, spectroscopic, thermodynamic and electronic properties of molecular systems. The quantum chemical calculation methods provide support for experimental structural and spectroscopic studies (Yüksek et.al., 2005a; Yüksek et.al., 2005b; Yüksek et.al., 2008a; Yüksek et.al., 2008b; Turhan Irak and Beytur, 2019). Experimental data of 2-[(1-acetyl-3-ethyl-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl)-azomethine]-phenyl furan-2-carboxylate were described in the literature (Gürbüz et al., 2020). In the present paper, theoretical values of compound were calculated theoretically on the computer. Molecule was optimized by using the B3LYP 6311G (d,p) method and basis set (Frisch et al., 2009; Wolinski, Hilton & Pulay, 1990). Starting from this optimized structure with ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR spectral data according to GIAO (Wolinski et al., 1990) method was calculated using the method of Gaussian G09W program package in DMSO. Theoretically and experimentally values (Gürbüz et al., 2020) were plotted according to exp =a +b. δ calc Eq. a and b constants regression coefficients with a standard error values were found using the SigmaPlot program. The correlation graphs for chemical shifts drawn with ^{1}H-NMR(DMSO) and ^{13}C-NMR(DMSO) spectral data of the molecule. Theoretically calculated IR data are multiplied with appropriate adjustment factors (Merrick et.al., 2007) and the data obtained

according to DFT method are formed using theoretical infrared spectrum. The identification of calculated IR data was used in veda4f program (Jamróz, 2004). Additionally, the HOMO (the highest occupied molecular orbitals)-LUMO (lowest unoccupied molecular orbitals) energy of this compound was found by using same basis sets.

MATERIALS AND METHODS

The quantum chemical calculations were carried out with Density Functional Theory (DFT) method using 6311G (d,p) basis set at the Gaussian 09W program package on a computing system (Frisch et al., 2009). Firstly, the compound was optimized by using the B3LYP 6311G (d,p) basis set (Frisch et al., 2009; Wolinski, Hilton & Pulay, 1990). Thus, the most stable geometrical comformer of compound was obtained. Then, ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR isotropic shift values were calculated with method of GIAO (Wolinski et al., 1990). The veda4f program was used in defining IR data (Jamróz, 2004). Otherwise, the HOMO-LUMO energy of compound were calculated theoretically on the computer.

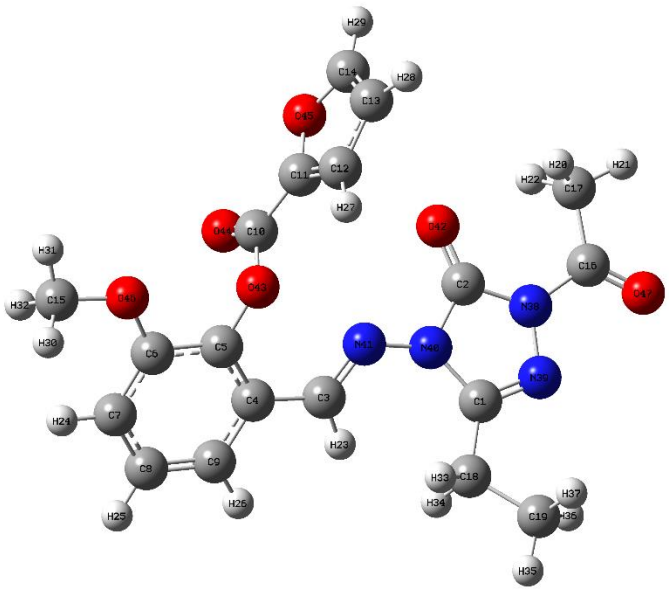


Figure 1. The optimized structure of the molecule with DFT/B3LYP/6311G(d,p) level

RESULTS and DISCUSSION

NMR Spectral Analysis

In the study, ^{1}H-NMR and ^{13}C-NMR chemical shift values of 2-[(1-acetyl-3-ethyl-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl)-azomethine]-phenyl furan-2-carboxylate are obtained from optimized structures with minimum energy. Chemical shift values of the titled compounds were obtained by using the optimized structure of B3LYP method using Gauge-Independent Atomic Orbital (GIAO) NMR approach using 6-311G(d,p) base set in DMSO solvent phase (Table 1). ^{13}C-NMR and ^{1}H-NMR chemical shift values were calculated regression analysis by using the least squares method with experimental data (Gürbüz et al., 2020). The obtained R^2 values were found to be nearly 1 especially in ^{13}C-NMR and ^{1}H-NMR data (Figure 2).

Table 1. Theoretically and experimentally ^{13}C and ^{1}H-NMR (B3LYP/(DMSO)) chemical shift values of the titled molecule according to the TMS standard (δ/ppm)

No	Experimenal	DFT/DMSO	Diff./DMSO	No	Experimental	DFT/DMSO	Diff./DMSO
1C	148.01	152.78	-4.77	**20H**	2.45	2.31	0.14
2C	150.18	153.44	-3.26	**21H**	2.45	1.83	0.62
3C	151.55	159.88	-8.33	**22H**	2.45	2.34	0.11
4C	126.74	131.00	-4.26	**23H**	9.72	8.38	1.34
5C	138.14	143.82	-5.68	**24H**	7.38	7.16	0.22
6C	151.29	159.71	-8.42	**25H**	7.66	7.60	0.06
7C	115.86	117.75	-1.89	**26H**	7.45	7.23	0.22
8C	127.47	131.41	-3.94	**27H**	7.57	7.48	0.09
9C	120.77	129.58	-8.81	**28H**	6.86	6.72	0.14
10C	155.45	160.76	-5.31	**29H**	8.17	7.82	0.35
11C	142.37	149.50	-7.13	**30H**	3.83	3.76	0.07
12C	118.74	125.59	-6.85	**31H**	3.83	4.11	-0.28
13C	112.93	116.06	-3.13	**32H**	3.83	3.65	0.18
14C	149.09	152.89	-3.80	**33H**	2.56	2.57	-0.01
15C	56.24	55.32	0.92	**34H**	2.56	2.90	-0.34
16C	165.98	168.24	-2.26	**35H**	1.17	1.19	-0.02
17C	23.39	25.29	-1.90	**36H**	1.17	1.48	-0.31
18C	18.35	25.07	-6.72	**37H**	1.17	1.04	0.13
19C	9.79	8.73	1.06				

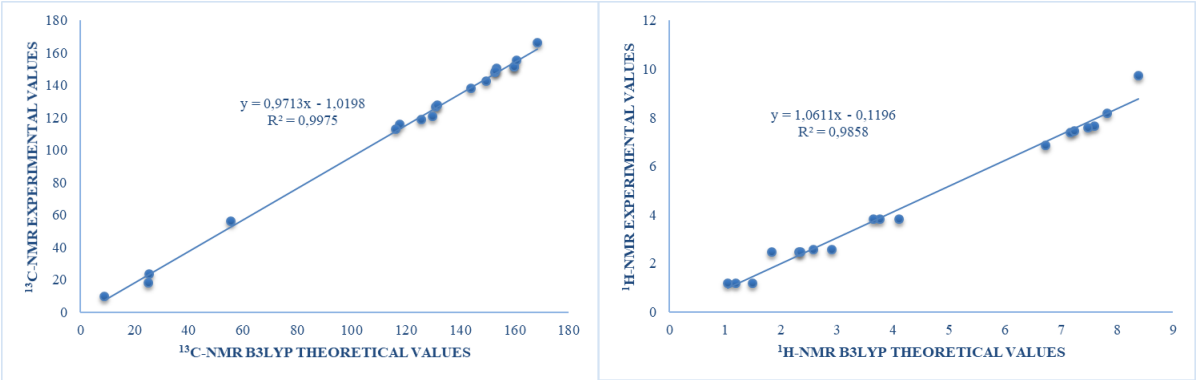


Figure 2. Regression analysis of the theoretical values calculated with experimental data of ^{13}C-NMR and ^{1}H-NMR chemical shift values by B3LYP method and 6-311G(d.p) basis set

The vibration frequency of the compound

Theoretically IR values were calculated with the veda4f program. Theoretically calculated IR data are multiplied with appropriate adjustment factor 0.9617 for DFT/6311G(d,p) basis set. The negative frequency in the data was not found (Table 2). This result shows that the structure of compound was shown to be stable. IR spectrum were drawn with obtained values according to DFT method (Figure 3). Theoretical IR values were compared with experimental IR counterparts (Gürbüz et al., 2020). The result of this compare were found corresponding with each other of values. Experimental carbonyl peak (C=O) (Gürbüz et al., 2020) was found in 1694, 1747 cm^{-1} and theoretical (C=O) peak was found in 1732, 1741 cm^{-1} for 6311G(d,p).

Table 2. The calculated frequencies values and selected vibration types of the molecule optimized

Vibration Types	Experimental	Scalled B3LYP
τ HCCC(16)	712	724
τ HCCC(11)	768	786
τ HCOC(27)	1283	1291
ν NC(54)	1610	1595
ν OC(90)	1694	1732
ν OC(90)	1747	1741
ν CH(100)	3007	3014
ν CH(100)	3026	3031
ν CH(100)	3063	3054
ν CH(100)	3075	3087

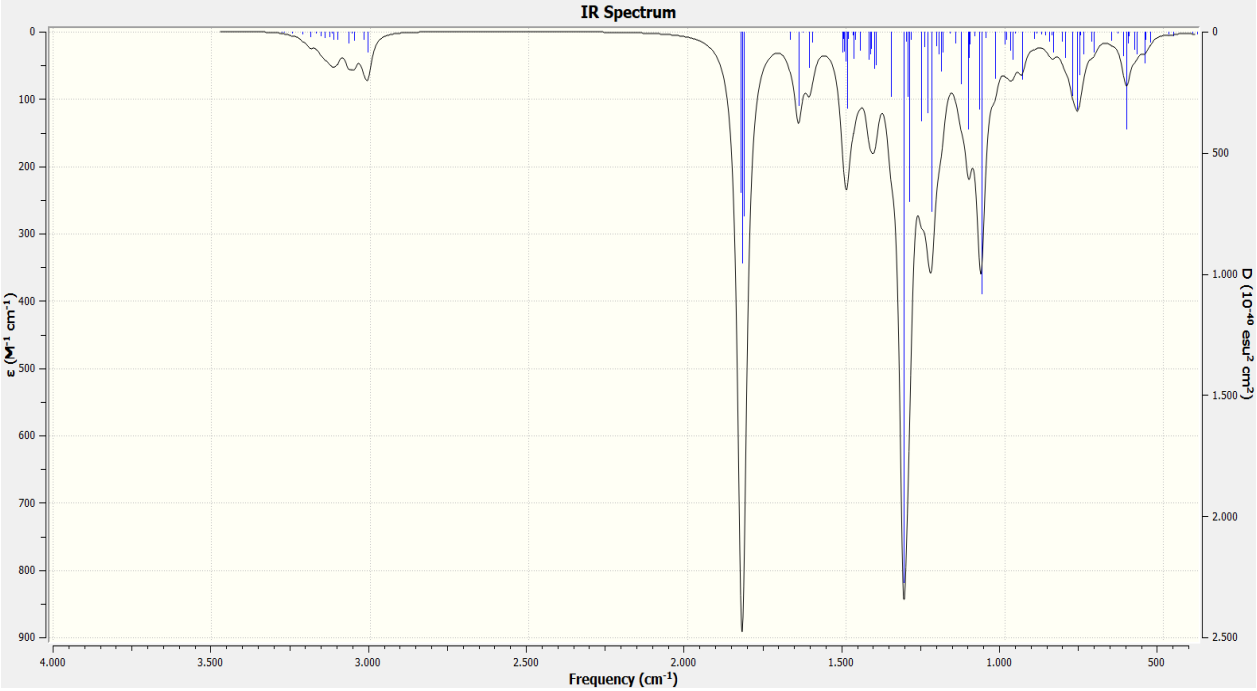


Figure 3. Theoretical IR spectrums of DFT/B3LYP/6311G(d,p) levels of the molecule.

Electronic Properties

In these chemical reactions, The electronic properties were calculated by applying the 6-311G(d,p) polarized basis set and the B3LYP method to the molecule (Fukui, 1982) (Figure 4). From the calculated HOMO-LUMO energies, electronic parameters values were determined (Table 3).

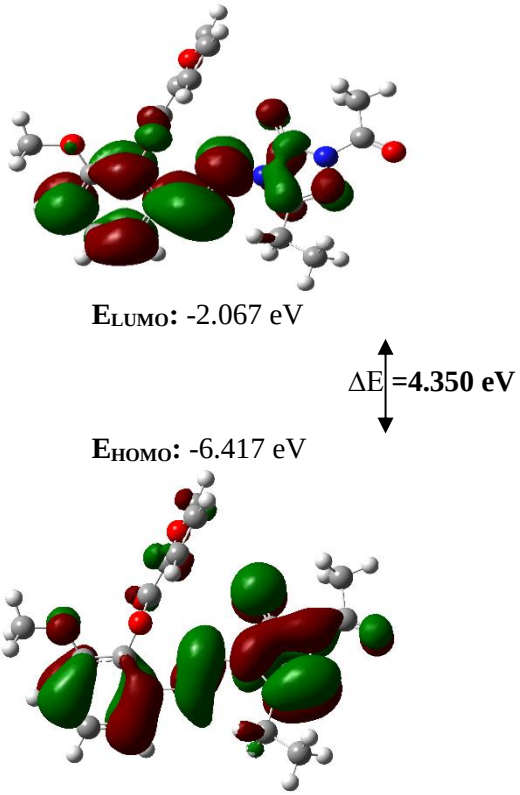


Figure 4. Calculated HOMO-LUMO shapes of the titled compound by B3LYP method 6-311G(d.p) basis set

Table 3. Electronic properties of the titled compound calculated according to B3LYP method and 6-311G(d.p) basis set

Electronic Features	B3LYP (eV)	B3LYP (Kcal/mol)
A; Electron Affinity	2.067	47.659
I; Ionization Potential	6.417	147.978
ΔE; Energy Gap	4.350	100.319
χ; Electronegativity	4.242	97.818
μ; chemical potential	-4.242	-97.818
ω: electrophilic index	4.136	95.380
ε: Nucleophilic index	-0.339	-7.819
S; Molecular Softness	1.088	25.080
η; Molecular Hardness	2.175	50.159

CONCLUSION

In the paper, 2-[(1-acetyl-3-ethyl-4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one-4-yl)-azomethine]-phenyl furan-2-carboxylate was optimized by using Gaussian G09W software. The optimized titled compound was obtained in DMSO solvent by using B3LYP method with 6-311G(d,p) basis level. The ^{1}H and ^{13}C NMR chemical shift values were calculated at the same level by using Gauge-Independent Atomic Orbital method. It has been seen that the theoretical values and the experimental values are compatible. The harmonic vibrational frequencies were calculated by using B3LYP method with the 6-311G(d,p) basis set. It has been seen that the theoretical values and the experimental values are compatible. Finally, The electronic properties were calculated by applying the 6-311G(d,p) polarized basis set and the B3LYP method to the molecule from the calculated HOMO-LUMO energies. An accurate estimate of the zero-point vibrational energy and entropy is multiplied by the data.

REFERENCES

Barton D, Ollis WD 1979. Comprehensive Organic Chemistry, 2: Oxford: Pergamon.

Beytur M, Manap S, Özdemir G, Gürsoy-Kol Ö, Aytemiz F, Alkan M. Yüksek H 2019. Preparation of Some New Bis-[4-(3-alkyl/aryl-4, 5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-on-4-yl)-azomethinphenyl] Phtalate

Derivatives with Their Antioxidant and Antimicrobial Activities, Research Journal of Pharmaceutical Biological and Chemical Sciences, 10 (1): 426-436.

Beytur M. Irak ZT, Manap S Yüksek H 2019. Synthesis, characterization and theoretical determination of corrosion inhibitor activities of some new 4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-Triazol-5-one derivatives. Heliyon, 5: e01809.

Frisch A, Nielson AB, Holder AJ 2003.Gaussvıew User Manual, Gaussian, Inc., Wallingford, CT.

Frisch MJ, Trucks GW, Schlegel HB, Scuseria GE, Robb MA, Cheeseman JR, Scalmani G, Barone V, Mennucci B, Petersson GA, Nakatsuji H, Caricato M, Li X, Hratchian HP, Izmaylov AF, Bloino J, Zheng G, Sonnenberg JL, Hada M, Ehara M, Toyota K, Fukuda R, Hasegawa J, Ishida M, Nakajima T, Honda Y, Kitao O, Nakai H, Vreven T, Montgomery JA, Vreven T, Peralta JE, Ogliaro F, Bearpark M, Heyd JJ, Brothers E, Kudin N, Staroverov VN, Kobayashi R, Normand J, Raghavachari K, Rendell A, Burant JC, Iyengar SS, Tomasi J, Cossi M, Rega N, Millam JM, Klene M, Knox JE, Cross JB, Bakken V, Adamo C, Jaramillo J, Gomperts R, Stratmann RE, Yazyev O, Austin AJ, Cammi R, Pomelli C, Ochterski JW, Martin LR, Morokuma K, Zakrzewski VG, Voth GA, Salvador P, Dannenberg JJ, Dapprich S, Daniels AD, Farkas O, Foresman JB, Ortiz JV, Cioslowski J, Fox DJ 2009. Gaussian Inc., Wallingford, CT.

Gürbüz A, Alkan M, Manap S, Gürsoy-Kol Ö, Ozdemir G, Yüksek H 2020. Synthesis and in vitro Antioxidant Activities of Novel 2-Methoxy-6-[(3-alkyl/aryl-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-on-4-yl)-azomethine]phenyl Furan-2-carboxylate Derivatives, European Journal of Science and Technology, 18: 1004-1011

Ingold CK 1969. Structure and Mechanism in Organic Chemistry, Second ed.

Jamróz MH 2004. Vibrational Energy Distribution Analysis: VEDA 4 program, Warsaw.

Layer RW 1963. The chemistry of imines. Chemical Reviews, 63(5): 489-510.

Merrick JP, Mora, D, Radom L 2007. An evaluation of harmonic vibrational frequency scale factors. Journal of Physical Chemistry, 111(45): 11683-11700.

Sheikhshoaie I, Sharif MA 2006. Acta Crystallographica Section E, 62, 3563-3565.

Taggi AE, Hafez AM, Wack H, Young B, Ferraris D, Lectka TJ 2002. Journal of American Chemical Society, 124: 6626-6635.

Turhan Irak Z, Beytur M (2019). 4-Benzilidenamino-4, 5-dihidro-1H-1, 2, 4-triazol-5-on Türevlerinin Antioksidan Aktivitelerinin Teorik Olarak İncelenmesi. Journal of the Institute of Science and Technology, 9 (1): 512-521.

Uğurlu G 2020. Ortorombik metaborik asit molekülünün moleküler yapısı ve elektronik özellikleri üzerindeki konformasyonel etkinin teorik olarak incelenmesi, Journal of Boron, 5 (2): 91-99.

Uğurlu G, Beytur M 2020. Theoretical Studies on The Structural, Vibrational, Conformational Analysis and Nonlinear Optic (NLO) Property of 4-(Methoxycarbonyl) Phenylboronic Acid. Indian Journal of Chemistry-Section A, 59 (10): 1504-1512.

Wolinski K, Hinton JF, Pulay P 1990. Efficient implementation of the gauge-independent atomic orbital method for NMR chemical shift calculations. Journal of the American Chemical Society, 112(23): 8251-8260.

Yüksek H, Gürsoy Ö, Çakmak İ. Alkan M 2005. Synthesis and GIAO NMR calculation for some new 4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one derivatives: Comparison of theoretical and experimental ^{1}H and ^{13}C chemical shifts. Magnetic Resonance in Chemistry, 43: 585-587.

Yüksek H, Çakmak İ, Sadi S, Alkan M, Baykara H 2005. Synthesis and GIAO NMR Calculations for Some Novel 4-Heteroarylidenamino-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-one Derivatives: Comparison of Theoretical and Experimental ^{1}H and ^{13}C Chemical Shifts. International Journal of Molecular Sciences, 6(6): 219-229.

Yüksek H, Alkan M, Çakmak İ, Ocak Z, Bahçeci Ş, Calapoğlu M, Elmastaş M, Kolomuç A, Aksu H 2008. Preparation, GIAO NMR calculations and acidic properties of some novel 4,5-dihydro-1*H*-1,2,4-triazol-5-one derivatives with their antioxidant activities. *International Journal of Molecular Sciences*, 9 (1): 12-32.

Yüksek H, Alkan M, Bahçeci Ş, Çakmak İ, Ocak Z, Baykara H, Aktaş Ö, Ağyel E 2008. Synthesis, determination of pKa values and GIAO NMR calculations of some new 3-alkyl-4-(p-methoxybenzoylamino)-4,5-dihydro-1H-1,2,4-triazol-5-ones. Journal of Molecular Structure, 873: 142-148.

➢ *ORAL PRESENTATION*

IoT-based cold chain management for a dairy product industry

Nilvana Karabulut[1*] (https://orcid.org/0000-0003-4454-7086),
Semih Özel[2] (*https://orcid.org/ 0000-0001-8281-2704*)

[*1]Marmara University, Engineering Faculty, Industrial Engineering, Istanbul, Turkiye.
[2] Marmara University, Engineering Faculty, Industrial Engineering, Istanbul, Turkiye.

*Corresponding author e-mail: semih.ozel@marmara.edu.tr

Abstract
The temperatures of the products that need to be transported in certain temperature ranges in cold chain logistics require traceability throughout the entire process until they reach the consumers. This study aims to investigate the improvements in cold chain processes, especially for dairy companies, to determine the applicable ones and to perform an example improvement with an application.
In this project, firstly, the previous works carried out within the scope of providing instant tracking, traceability, and control in IoT-based cold chain processes in the literature were examined. In unconscious chain processes, the internet of things, whose importance has increased significantly with Industry 4.0 studies all over the world, aims to ensure real-time control of information, monitoring, and planning of the process by minimizing human error.
In this study, the contributions of Internet of Things (IoT) technology to the storage of cold food products as they are produced until they reach the end user are discussed by making use of literature research. The efficiency of IoT applications along with lean manufacturing techniques has been examined. According to these studies, it has been determined that integrating lean production and IoT components and their use in the process significantly increases efficiency. In addition, a sample study was designed using the Arduino platform.
Keywords: Cold Chain, Internet of Things (IoT), Process Improvement, Lean Manufacturing Techniques, Logistics

Özet
Soğuk zincir lojistiğinde, belirli sıcaklık aralıklarında taşınması gereken ürünlerin sıcaklıkları, tüketicilere ulaşana kadar olan tüm süreç boyunca izlenebilirliği zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, soğuk zincir süreçlerini özellikle günlük ürünleri üreten işletmeler için iyileştirmeleri araştırarak uygulanabilir olanları belirlemek ve bir uygulama ile örnek iyileştirme gerçekleştirmektir. Projede öncelikle literatürde var olan IoT tabanlı soğuk zincir süreçlerinde anlık takibin izlenebilirliğin ve kontrolün sağlanması kapsamında daha önce yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Soğuk zincir süreçlerinde özellikle tüm dünyada Endüstri 4.0 çalışmaları ile birlikte önemi artan nesnelerin interneti, insan hatasını en aza indirerek, bilginin gerçek zamanlı kontrolünü, sürecin takibini ve planlanmasının sağlanmasını amaçlamaktadır.
Bu çalışmada, literatür araştırmasından faydalanılarak, Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojisinin soğuk gıda ürünlerinin son kullanıcıya ulaşana dek üretildiği şekilde saklanmasında sağladığı katkılar ele alınmıştır. Yalın üretim teknikleri ile birlikte IoT uygulamalarının verimliliği incelenmiştir. Bu çalışmalara göre yalın üretim ve IoT bileşenlerinin entegre edilerek süreçte kullanılmasının verimi önemli bir şekilde artırdığı saptanmıştır. Ayrıca Arduino platformu kullanılarak örnek bir çalışma kurgulanmıştır.
Anahtar kelimeler: Soğuk Zincir, Nesnelerin İnterneti (IoT), Süreç İyileştirme, Yalın Üretim Teknikleri, Lojistik

INTRODUCTION

Temperature-sensitive products need to be well preserved against decomposition and negative heat conditions which causes perishing as a result. Exceeding the temperature limitations stated for perishable items, causes the start of microbiological development, a significant drop in food quality, spoiling, and an increase in the risk of food poisoning. "In the complex food transportation system, the earlier an undetected problem is introduced into the system, the higher the risk (as measured by exposure likelihood and impact); that is, a problem that is introduced at an earlier stage in the supply chain can spread out to many distributors, retailers and then to consumers just because of the structure of the system. For example, [in 1994], an estimated quarter of a million Americans got gastroenteritis after eating Schwan's ice cream the

largest outbreak of Salmonella poisoning in the United States ever traced to a single source." (Ackerley et al., 2010)

Exposure and failures must be eliminated. Instead of focusing on manufacturing processes, storage sequences and distribution cycles should be fixed and enhanced by using some specific items which are used for WSN and can last for longer durations, cooling adjustments, and achieving lower costs. "Process improvement methods are a group of activities that complement each other and provide performance improvement for those who manage and those who are managed. It is applied to realize the problems that may arise in the processes and to find solutions." (Kovancı, 1999)

Exposure and failures must be eliminated. Instead of focusing on manufacturing processes, storage sequences and distribution cycles should be fixed and enhanced by using an Arduino model which is implemented into both of them, cooling adjustments will be made and lean manufacturing techniques will be taken into consideration. As a result, efficient management and lower costs will be achieved in the dairy product industry. One of the most notable advantages of adopting IoT in this study is instant temperature monitoring. While the IoT measures temperature and humidity in real time, the second system is activated when a temporary breaking is detected during vehicle movement and also before the breakage. Drivers in vehicles receive notifications and warnings during a crisis, and they may examine the data at any moment from the app. Similarly, warnings are issued to the necessary employees in the factory while tracking the products throughout the process, and they can manage the process quickly and manually if they desire, using a simple interface.

This is the goal of the solution. **"**Food safety and shelf life are greatly influenced by the proper establishment of the cold chain and its ability to continue without breaking. As a result, temperature monitoring throughout the chain is critical." (İpekçi and Tanyaş, 2021)

It aims for successful and efficient deliveries which benefit both company and its customers. While customers are getting good quality products, the company minimizes its expenses on cooling processes with the supply of IoT systems. It provides surveillance for any changes during storing phase which also negates any loss on products. "Activating product supply and delivering goods and services to the end user with the lowest cost and efficient applications are important ways to achieve sustainable business processes." (Seuring and Müller, 2008). "Sustainable cold chain management is to ensure that temperature-sensitive foods move through the supply chain in the appropriate temperature range and to deliver the highest quality and nutritional value to the consumer with the least use of resources. In this context, preventing breaks in the cold chain will contribute to social, environmental, and economic sustainability dimensions." (Türk and Öztek, 2021)

The history of the problem is all about external factors which decrease the quality of the products. Taking precautions and producing solutions to this situation helps to resolve these external factors. Implementing IoT system, using lean manufacturing techniques. A system that is designed to allow both employees and officials to monitor the products. In this project, an Arduino-based system will be installed and the data will be kept on the MongoDbCompass application. ESP32 card and temperature sensor will be used. The event stream will be done via Node-Red Dashboard and Ardutooth mobile application. It will send real-time data to the application at certain intervals of temperature values and humidity. It will have LED indicators and will give a warning under certain conditions. The system can be controlled via the application. When the system is below a certain temperature, the backup system will be activated and the cooling process will continue temporarily. In this way, the break in the cold chain will be prevented. In short, the process will be followed from beginning to end. A prototype model will be created on the Arduino IDE Compiler program to test the components.

In the study, a solution for the implementation process is presented with the reasons why Lean Production was chosen. The first part of this study contains the research purpose, literature review, and an example project, the second part contains the material and method, the third part contains the project studies and application, and the fourth part contains the study's findings and results.

Research Objective

In the Cold Chain process, from the collecting of raw materials to the delivery of the product to the ultimate customer, precise and immediate assessment of food safety-related criteria is very critical including stock

control, sales/distribution, warehouse management, transportation control, load/vehicle planning, and so on. The optimization of operational tasks requires proper planning.

Real-time monitoring of data from sensors on the product, packaging, vehicle, or facility in cold chain logistics (CCL) enables the identification of product spoiling incidents, which is critical for food and liquids. For example, sensors can continuously monitor temperature and humidity within warehouses or cold stores to ensure the freshness of perishable products (fruits, vegetables, frozen food), and actuators can adjust these values to improve food preservation (Borgia, 2014)

CCL monitoring has been done using a variety of technologies and methodologies over the years. For a variety of temperature-sensitive items, CCL uses Radio Frequency Identification (RFID) solutions. However, by offering real-time traceability and visibility of physical assets, the introduction of wireless sensor networks (WSN), RFID, and the internet of things (IoT) paradigms might provide a wonderful opportunity to be conscious of CCL.

The monitoring and recording of location, amount, temperature, pH, water ratio, and other unique factors in the process from the purchase of the product's raw material to its consumption are known as traceability in cold chains. Perishable product tracking technologies include barcodes, RFID, GPS, vehicle tracking systems, and microelectromechanical systems. Virtualization allows for the monitoring of cold chain processes using Internet of Things technology. It helps the organization/company deal with perishable items, fluctuating demand, food safety, and sustainability concerns. "The Internet of Things enables cold chain logistics operators to remotely monitor, control, plan, and optimize business activities in real-time. (Badia-Melis et al., 2015)

This research intends to develop an IoT-enabled CCL management system that can help both logistics providers and clients make better decisions by optimizing operational procedures, lowering costs, and decreasing risks through real-time and continuous monitoring. On the other hand, minor problems and some constraints can be occurred as:

- IoT systems can lose their power on the cold chain and making it impossible to track current conditions for ice creams.
- IoT system can be set up around WSN and according to the majority of pallets used for storing, that will require more budget to function which is not ideal.
- Some human errors most likely may happen. For instance; being careless on the system, not following the transferred data, or responding too late.
- Refrigeration service may be temporarily disrupted both in the warehouse and CCL.

To solve this, the precautions mentioned below should be considered:

- If a system failure happens, a notification will send to the driver and operation center, making the driver to reach out the closest assistance point to get assistance. If this happens in a warehouse, maintenance staff will arrive and fix the problem.
- Sensors should be obtained for cheaper prices, but if this condition is not met, pallet adjustments can be done.
- Employers can provide training and declaration to keep employees in line.
- If it is a temporary error though, backup generators will activate.

While the temperature at production plants can be easily controlled and monitored, refrigerated vehicles can be a critical link in the network.

These vehicles must meet certain thermal requirements, primarily related to insulation and refrigeration capabilities, but this does not guarantee product integrity due to the unpredictable conditions that may arise during transportation, potentially causing a significant change in product temperature. This work, however, is not easy since the items are frequently packed in small containers that, owing to cost and logistical constraints,

The majority of delivery businesses convey temperature-sensitive items in specialized vehicles, such as adiabatic boxes, with data loggers or smart sensors monitoring the air temperature within these vehicles.

Literature Survey

Food spoilage according to their limited shelf life, biological products are sensitive to temperature. It is very important to manage the ambient temperature appropriately throughout the entire logistics process. As a result, every connection, such as storage, loading, shipping, and packaging, becomes more complex, and the requirement for temperature-sensitive commodities to be controlled via cold chain logistics (CCL) has become a major issue for researchers, government agencies, and enterprises. (Ruiz-Garcia and Lunadei, 2010)

Inadequate refrigerated warehouses, product reception, storage areas, and pre-cooling areas, irregularity in terms of insufficient volume, lack of equipment, insufficient knowledge of the personnel, disruption of regular controls, temperature rise by keeping the doors open for a long time during loading and unloading of products, power cuts. Failure to integrate the system due to reasons such as problems in planning, insufficient cooling, and suppliers are the factors that cause the cold chain to break. (Türk and Öztek, 2021)

Their speed lowers to zero at areas such as warehouses, transfer centers, markets, and sales points, as well as the items they frequently use along their route. The moments of shifting between these stations and vehicles are when the cold chain is most likely to be interrupted. The greater the number of these points in the chain, the more likely product qualities may deteriorate. (İpekçi and Tanyaş, 2021)

Sustainable cold chain management is to ensure that temperature-sensitive foods move through the supply chain in the appropriate temperature range and deliver the highest quality and nutritional value to the consumer with the least use of resources. (Türk and Öztek, 2021)

The notion of "cold traceability" has recently been applied to the quality control of perishable items, which often necessitates the use of thermometers, temperature recorders, temperature indicators, and time-temperature integrators. (Montanari, 2008)

The monitoring and recording of location, quantity, temperature, pH, water ratio, and other unique factors in the process from the purchase of the product's raw material to its consumption are known as traceability in cold chain logistics. Perishable product tracking technologies include barcodes, RFID, GPS, vehicle tracking systems, and micro-electromechanical systems. (Talay-Değirmenci et al., 2017)

The logistics activities of perishable products, especially food, can be monitored, controlled, planned, and optimized remotely and in real time over the Internet, based on virtual objects instead of on-site observation. (Verdouw et al., 2016)

The Internet of Things enables cold chain logistics operators to monitor, control, plan and optimize business processes remotely, in real-time. (Badia-Melis et al., 2015)

Over the internet, virtual objects can be utilized to remotely coordinate and control corporate activities. (Verdouw et al., 2016)

In international maritime transports, temperature values can be followed instantly thanks to the internet of things. With the additions, it is possible to monitor when the container lids are opened and closed, along with location, oxygen, carbon dioxide, and humidity monitoring in addition to instantaneous temperature monitoring (Ravi-Shankar, 2018).

It has been observed that the rate of companies that do not have any long or short-term strategy regarding IoT technologies is only 5%. As a result of this breakdown in the sector, it is important to reveal the foundations of these products, the number of which is increasing day by day, and to determine the tendency and trends that will shed light on new product design processes. (Coşkun and Özbük, 2020)

In industry, IoT is used for real-time optimization and control of production and supply chain networks, logistics management, task planning, monitoring of production line and machinery status, and detection of risky situations. (Resch & Blecker, 2012; Hipp et al., 2012).

Real-time analysis of data from sensors on the product, packaging, vehicle, or facility enables the identification of product spoiling events that are critical for food and liquids in cold chain logistics. To retain the freshness of perishable products (fruits, vegetables, frozen food), sensors can continually monitor the humidity and temperature within warehouses or cold stores, for example, and actuators can modify these values to maximize food preservation. (Borgia, 2014)

With the internet of things, many environment-specific features such as temperature, speed, location, wind speed, pressure, vibration, pH level, humidity, dust in the air, and electric current level can be transmitted between network elements. (Farooq et al., 2015)

To discern between data and messages that must be broadcast to the network, examples of self-managed IoT system design have been established. (Weyns et al., 2018)

In addition, according to the collected data, it may be possible to automatically implement some of the previously planned decision mechanisms within the network. (Çeken and Abdurahman, 2019)

The objects in the IoT are commanded by transmitting the appropriate orders to the operators (actuators) in the sensing layer, which controls the data supplied by the sensors inside the IoT network. (El-Shweky et al., 2018).

The Microsoft "Azure IoT Edge" platform is one of the most recent advancements in cloud computing, which is required to run the massive data generated by IoT. This platform allows users to take advantage of cloud computing services without having to connect to the cloud. (James, 2019).

Different layer patterns have been proposed since it is feasible for an IoT system to serve multiple functions during design. Specifications and properties of physical items included in the IoT, functional setup and organization principles, operational methods, and data formats are the primary aspects that need to be described in the design. Different layer patterns have been proposed since it is feasible for an IoT system to serve multiple functions during design. Specifications and properties of physical items included in the IoT, functional setup and organization principles, operational methods, and data formats are the primary aspects that need to be described in the design. (Vashi et al., 2017).

The swift execution of all tracking procedures with sensors incorporated in the IoT system simplifies both the installation and pricing of the sales mechanism. Seasonal densities can be reduced and efficiency achieved with the broad usage of IoT in these centers combined with cloud computing. (Kong et al., 2018).

Smart gadgets in the workplace will reduce human mistakes and allow decision support systems to analyze real-time data. RFID, which is among the sub-technologies used for the formation of the Internet of Things network, is created with a tag, reader, antenna, and microchip. Utilizing electronic tags and radio frequency signals, the data of physical products are transmitted to the reader and from there to the microchip and other elements of the IoT network. (Atzori et al., 2010)

In NFC, on the other hand, two objects are communicated at a distance of around 10 cm. WSN is a network structure that can enable sensors and actuators to connect directly to the Internet. (Patel and Patel, 2016)

In the network structure that makes up the internet of things, it is feasible to produce identification information by connecting all of the items in question to the internet, as well as tracking and controlling their position and status. Sensor devices such as RFID, which are described in the network structure, and technologies such as the global positioning system (GPS) are utilized to allow these objects to communicate data. In this approach, a network may be built that can share real-time data about physical conditions between items and users. (Wei and Lv, 2019)

For many years, RFID technology has been employed in various industries for inventory control throughout the supply and distribution chain. The Internet of Things, in combination with real-time information processing technology based on RFID and Wireless Sensor Networks (WSN), provides many benefits in supply chain management and logistics process operations. Smart retail, smart inventory management, smart storage, and smart transportation are among the benefits it delivers, and all of these activities are governed by a smart central management system. (Saygin et al., 2007).

The Internet of Things can reflect the business intelligence brought by the data it receives. Within each layer, there are sub-technologies utilized. In the sensing layer, data related to physical conditions such as temperature, humidity, and pressure are read by RFID and other sensor devices and converted into digital data. At the network layer, this data is distributed to the relevant places and a network is created that can carry big data at any scale. (Ma, 2011).

CCLs have been monitored using a variety of technologies and approaches over the years. For temperature-sensitive products such as pharmaceuticals and food, CCL services used RFID applications (Chung, 2012). Using the WSN, RFID, and IoT paradigms, real-time traceability, and visibility of physical assets may be achieved, providing an excellent opportunity to be aware of CCL. (Porkodi and Bhuvaneswari, 2014).

In the global market, It is critical to have the appropriate product in the correct place and time as significant as low costs. Businesses need to develop traceability of flows in the supply network and understand the management tools required to provide network logistics. Traceability is important in logistics processes, especially in cold chain logistics processes; where it is necessary to control the temperature in the transport or production stages, add preservatives to maintain the quality and quantity of the product at the required level at the end of the supply chain is needed.

Smart gadgets in the facility will eliminate human mistakes and allow decision support systems to review data in real time. While the Industrial Internet of Things (IIoT) data flow finds meaning in a variety of applications that make our daily lives and work lives easier, It will have several beneficial implications on topics such as improving manufacturing quality, lowering expenses, energy efficiency, performance and creating competitive products by combining Industry. The world economy's impressive growth has resulted in a rise in the supply chain, which requires logistics services to be effective, flexible, and sensitive, particularly for temperature-sensitive products that must be monitored and maintained throughout the cold chain in the face of uncertainty. Logistics organizations must have access to the appropriate information technology to achieve this. With the use of the Internet, an effective information flow environment is provided between the customer and the logistics provider; However, the current information and product flow rift in logistics service create a barrier in acquiring real-time information regarding temperature-sensitive goods, making logistics management more challenging for decision-makers. Advances in the IoT offer prospective solutions in the field of monitoring, management, and real-time visibility in cold chain industries and information sharing with appropriate intelligence levels. In this study, The use of IoT-enabled cold chain logistics is demonstrated, which aids decision-making by monitoring and regulating the cold chain's real-time ambient temperature and calculating the shelf life of temperature-sensitive products in the cold chain.

In this study, it is planned to pay attention to keeping these isolated, which are the products of the relevant factory, at the most appropriate temperature, during the solution process planned to be carried out in the continuation of the study.

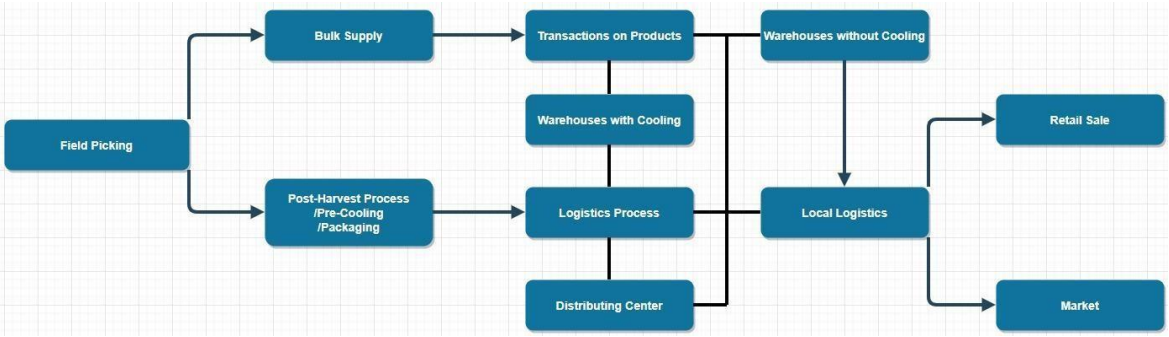


Figure 1. Cold Chain Management Diagram (İpekçi and Tanyaş, 2021)

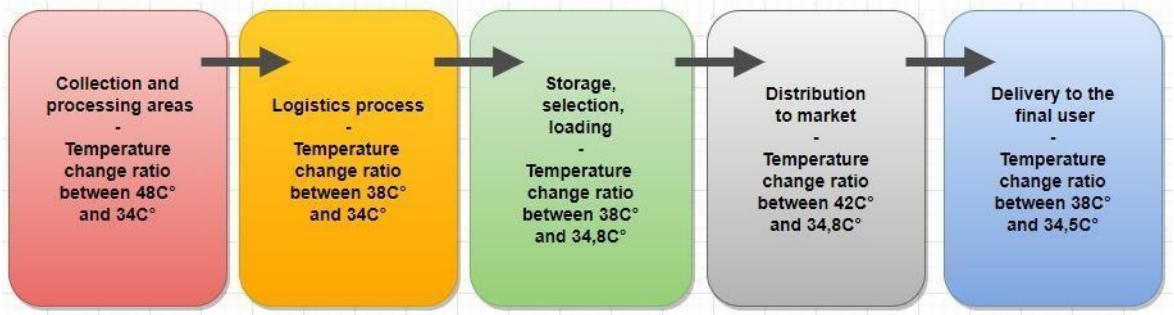


Figure 2. Process Management and In-Process in Cold Chain Transportation Temperature Change Over Time. (İpekçi and Tanyaş, 2021)

The pressure created by temperature values, which is an important issue in terms of cold chain logistics, is observed and the importance of cold chain logistics applications is revealed. Accordingly, in the chain process in question, the temperature change experienced by food products is explained with numerical values. While the temperature pressure that the food is exposed to in this chain stage can cause rapid damage

to the food, the cold chain logistics management ensures that the most positive results are obtained from this process. (İpekçi and Tanyaş, 2021)

CONCLUSION

In cold chain logistic management, the temperatures of the products that need to be transported in certain temperature ranges should be kept under regular and proper control until they reach the consumers. Temperature control; food safety is a requirement for processes such as preventing food losses. Having the right product in the right place at the right time is just as crucial in the global market as low costs. Traceability is vital for logistical procedures, but traceability across the whole chain is especially important for the proper setup and continuation of the cold chain. Specifically, traceability of perishable food goods in cold chain logistics operations from raw materials acquisition to consumption, avoidance of food degradation, quality preservation, and protection of low-quality products. It is critical in terms of preventing the consumption of spoiled goods in the supply chain. The Internet of Things is providing possible solutions in the realm of cold chain monitoring, management, and real-time visibility and information exchange.

This research shows how IoT access to the cold chain may help monitor and regulate the temperature of the cold chain's environmental real-time, as well as enhance temperature-sensitive items and the overall cold chain process. In the study, tracking ice cream, one of the cold chain products, with the Internet of Things and its application areas are discussed in a conceptual framework. In this study, the importance of cold chain logistics involving perishable products is stated, and the contribution of internet of things technology to the performance of cold chain logistics is explained.

The study aims to make process improvements by using lean manufacturing techniques and to point out the importance of IoT in both CC and CCL. Due to longer shipping times and increased expenses, logistics companies are looking for new ways to ensure the quality of their products. The Internet of Things is transforming the efficiency and power of long-distance perishable supply chains. The cold chain system is getting smarter as digital software solutions and monitoring devices provide live data on temperature and location, maintain the required temperature and reduce chain-related problems before they occur.

To explain the results of the Internet of Things applications in the cold chain processes, revealing the difference of the study from the studies that have been researched and the important improvements that will be provided by the Industrial Engineering applications. In the study, to better understand the problems that the study provides solutions for and the feasibility and efficiency of the solutions, SWOT analyses related to Cold Chain Processes in Turkey and other countries were examined, these sources were interpreted and the SWOT analysis of these study was obtained.

In the continuation of the study, the solution in the implementation process was presented with the reasons why Lean Production was chosen. As a result of the literature review, it has been observed in the "Tire Süt" Factory and many related studies that this study can bring great improvements to the factories in many areas. By adopting a sustainable strategy and controlling cold chain operations properly and efficiently, it is feasible to slow down and avoid changes in products. This has been observed by the usage of Lean Manufacturing Techniques.

Moreover, the study also shows that cold chain food preservation processes can be applied in Turkey with the Internet of Things throughout the entire chain. This project offers long-term sustainability due to the lifetime of the WSN system. To improve the project more on the next step, implementation of operations research will be applied.

REFERENCES

Ackerley, N., Lange, R. & Sertkaya, A. (2010). “Food Transportation Safety: Characterizing Risks and Controls by Use of Expert Opinion”. *Food Protection Trends*, (Vol: 30, No: 4, pp. 212–222).

Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A Survey. *Computer Networks*, (Vol: 54, No:15, pp. 2787-2805).

Badia-Melis, R., Mishra, P., & Ruiz-García, L. (2015). “Food Traceability: New Trends and Recent Advances. A review”. *Food Control*, (Vol:57, 393-401.)

Borgia, E., (2014). “The Internet Of Things Vision: Key Features, Applications And Open Issues”, Computer Communications, (Vol:54, pp. 1–31).

Çeken, C., & Abdurahman, D. (2019). Simulation modeling of an IoT Based Cold Chain Logistics Management System. *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*, 2(2), 89-100.

Coşkun, A., & Özbük, R. M. Y. (2020). What influences consumer food waste behavior in restaurants? An application of the extended theory of planned behavior. *Waste Management*, 117(1): 170-178.

El-Shweky, B. E., El-Kholy, K., Abdelghany, M., Salah, M., Wael, M., Alsherbini, O. & AbdelSalam, M. (2018). Internet of things: A Comparative Study. In 2018 January IEEE 8th Annual Computing and Communication Workshop and Conference (CCWC), (pp. 622-631). IEEE.

Farooq, M. U., Waseem, M., Mazhar, S., Khairi, A.& Kamal, T. (2015). A review of the Internet of Things (IoT). *International Journal of Computer Applications*, 113(1), 1-7.

Hipp, C., Sellner, T., Bierkandt, J., & Holtewert, P. (2012). Smart factory: System logic of the project epic. In *1st International Conference on Smart Systems, Devices and Technologies*.

İpekçi, E., & Tanyaş, M. (2021). Soğuk Zincir Lojistiği Uygulamaları ve Türkiye'de Soğuk Zincir Lojistiğinin Swot Analizi. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* (26), 46-64.

James, R. (2019, May 17). 8 Interesting Developments in IoT Technology. https://www.techradar.com/news/8-interesting-developments-in-iot-technology, Access Date: (08.01.2022)

Kong, X., Huang, G. Q., Luo, H. & Yen, B. P. (2018). Physical-Internet-Enabled Auction Logistics in Perishable Supply Chain Trading: State-of-the-Art and Research Opportunities. *Industrial Management & Data Systems.*

Kovancı, A. (1999). "Toplam Kalite Yönetimi", *Hava Harp Okulu Yayınları*. pp.5.

Ma, H. D. (2011). Internet of things: Objectives and Scientific Challenges. *Journal of Computer Science and Technology*, 26(6), 919-924.

Montanari, R. (2008). Cold Chain Tracking: a Managerial Perspective. *Trends in Food Science & Technology*, 19(8): 425-431.

Patel, K. K., & Patel, S. M. (2016). Internet of things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges. *International Journal of Engineering Science and Computing*, 6(5).

Porkodi, R., & Bhuvaneswari, V. (2014, March). The Internet of Things (IoT) Applications and Communication Enabling Technology Standards: An Overview. *In 2014 International Conference on Intelligent Computing Applications* (pp. 324-329). IEEE.

Resch, A., & Blecker, T. (2012). Smart Logistics: A Literature Review. *Pioneering Supply Chain Design*, 10, 91-102.

Ruiz-Garcia, L., & Lunadei, L. (2010). Monitoring cold chain logistics through RFID. *Sustainable radio frequency identification solutions*, *2*, 37-50.

Saygin, C., Sarangapani, J., & Grasman, S. E. (2007). A systems approach to viable RFID implementation in the supply chain. *Trends in supply chain design and management*, 3-27.

Seuring, S., & Müller, M. (2008). "From a Literature Review to a Conceptual Framework for Sustainable Supply Chain Management". *Journal of Cleaner Production*. (Vol:16, pp. 1699-1710).

Talay Degirmenci, İ., Karayun, İ. & Ozdemir Akyildirim, O. (2017). COLD CHAIN LOGISTICS FOR FROZEN FOOD AT TOURISM DESTINATIONS. Journal of Management Marketing and Logistics, 4(2): 159-167.

Türk, E. & Öztek, M. Y. (2021). Sürdürülebilirlik Açısından Soğuk Zincir Oluşturmanın Önemi Ve Bir Araştırma. Econharran University Jorunal, 5(7): 221-248.

United Nations Economic Commission for Europe, (2018), IoT and Blockchain Combined Impact on Trade and Supply Chains, Link: https://www.unece.org/fileadmin/DAM/cefact/cf_forums/2018_Geneva/PPTs/IoT_PPTs/13_-_Ravi_Shankar_-_UN-CEFACT-IoT_and_Blockchain.pdf, (Access Date: 06.01.2022)

Vashi, S., Ram, J., Modi, J., Verma, S., & Prakash, C. (2017, February). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and security issues. In the 2017 international conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics, and Cloud) (I-SMAC) (pp. 492-496). IEEE.

Verdouw, C. N., Wolfert, J., Beulens, A. J. M., & Rialland, A. (2016). Virtualization of food supply chains with the internet of things. Journal of Food Engineering, 176, 128-136.

Wei, J., & Lv, S. (2019, February). Research on the Distribution System of Agricultural Products Cold Chain Logistics Based on the Internet of Things. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 237, No. 5, p. 052036). IOP Publishing.

Weyns, D., Ramachandran, G. S., & Singh, R. K. (2018, January). Self-managing internet of things. In International Conference on Current Trends in Theory and Practice of Informatics (pp. 67-84). Edizioni della Normale, Cham.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Valorisation of selected fruits peel waste for the sustainable production of value-added products

Luziana Hoxha[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8725-5991), Romina Koto[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2936-3959)*

[*1]Agricultural University of Tirana, Faculty of Biotechnology and Food, Food Research Centre, Tirana, Albania.

[2]Agricultural University of Tirana, Faculty of Agriculture and Environment, Department of Environment and Natural Resources, Tirana, Albania.

*Corresponding author e-mail: lhoxha@ubt.edu.al

Abstract

Fruit production is one of the main agricultural activities, but due to their perishable nature and other influencing factors, significant losses and waste in the fresh and processing industries are becoming serious nutritional, economical, and environmental problems. This study aims to evaluate the potential of pomegranate, mandarin, and banana peel waste for application for sustainable production of the cereal-based product. Fruits samples were collected from local farmers, in Albania, and their peel was sun-dried and blended to a powder (PP). The cereal base products (pancake) were prepared without PP, which served as control, also supplemented with 3% (PP3), 5% (PP5), and 8 % (PP8), all samples were semi-vacuum packed. The moisture, water activity, colour (CIE L*a*b*) value, protein, fat, carbohydrates, and vitamin C of products were determined at the time of preparation, after 1 day, 2 days, 3 days, and 5 days. Methanolic extracts were prepared for the evaluation of total polyphenols, flavonoids, and antioxidant activity assessed with two tests ABTS (2,2′-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) and DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), respectively for the peel powder, control samples, and product prepared in different formulation with PP. For the sensory characteristics was used a 9-point hedonic scale. The results showed that products containing PP had more than 3-fold higher of total bioactive compounds and antioxidant activity, compared to control samples. The sensory characteristics (appearance, flavour, aroma, gumminess, texture, and overall quality) resulted in higher points for the formulation PP3 for the mandarin peel used, PP5 for the pomegranate peel used, and PP8 for the banana peel used. An extended shelf life was noted in all cases of PP addition, compared to the control sample. From the study, we may conclude that the application of PP of pomegranate, mandarin, and banana can serve as a good approach for the sustainable production of value-added products. Further studies would be extended in the investigation of the potential of other fruits and vegetable by-products for application in the food industry.

Keywords: Fruits peel waste, Added-value products, Sustainable production, Pomegranate, Mandarin, Banana.

INTRODUCTION

Fruit production is one of the main agricultural activities. They are considered an important part of a good diet and can be consumed fresh and are usually processed into bottled fruits, juices, jams, marmalades, jellies, bars, pickles, dried or crystallized fruits, etc (UNIDO, 2004). However, due to their perishable nature and other influencing factors, significant losses and waste in the fresh produce and processing industries are becoming serious nutritional, economical, and environmental problems. Fruits wastes are considered by-products of the fruits processing industry including core, seeds, pomace, and peels, which if not further processed, due to the amounts of water and easily fermentable form can cause odour, harbourage for insects, soil, and environmental pollution (Shalini and Gupta, 2010). The processing of fruits produces peels, which are estimated to be 46% of the pomegranate fruit mass (Suryawanshi et al., 2009), 50% of the citrus fruit mass (Rudra et al., 2015), and 40% of banana (Jalal et a., 2018).

During the last decades to solve the above-mentioned concerns, many efforts have been improved the management and utilization of fruit and vegetable wastes. Moreover, besides the environmental and economic aspects, their valorization has been seen as beneficial even for health. This is linked to the richness of by-products from fruit and vegetable with bioactive compounds and antioxidant potential (Duda-Chodak and Tarko, 2007). Drying has always been of great importance to the preservation of

agricultural products and by-products. Thus, drying fruit peel and transforming them into a powder ingredient offer opportunities for value addition into novel products, at the same time reducing waste from the fruit processing operations. Furthermore, the interest of customers in consuming healthy food is increased recently, along with the popularity of functional foods, a concept for food products enriched with fruit peels possessing natural sources of antioxidants (Babiker et al., 2013; Altunkaya et al., 2013). It has been reported that the pomegranate peel contains 249.4 mg/g of phenolic compounds, which is 10-fold higher compared to the edible part (24.4 mg/g). Even in citrus peel, the phenolic compounds are 15% higher than in the edible part (Rudra et al., 2015). Banana fruit peel is considered a rich source of flavonoids and phenolic components (Chauhan et al., 2016).

Thus, this study aims to exploit the potential of pomegranate, mandarin, and banana peel powder for the sustainable production of value-added pancake products, in terms of nutritional value, sensory properties, and antioxidant activity.

MATERIALS AND METHODS

At least 3 kg of fresh fruits pomegranate (*Punica granatum L.*), common mandarin (*Citrus reticulata*,) and banana (*Musa paradaisica* L.), and all ingredients used in this study for the pancake preparation were purchased from local markets in Albania. Before processing, fruits were thoroughly washed in tap water and rinsed, manually cut into small pieces, and sun-dried (till moisture < 5%). The dried peels were powdered in a blender and then sieved to a fine powder, and stored in a cool and dark place. The pancakes were prepared by mixing thoroughly all ingredients (Table 1), till a homogeneous mixture. Then equal portions of 30 g were manually placed on a preheated pan until the pancake turned brown (~3 min). The control sample (Pc) had only white wheat flour, while in the formulations were added pomegranate, mandarin, and banana peel powder (PP) was substituted in different proportions (3, 5, and 8 g/100 g of wheat flour). After baking and cooling, each pancake sample was packaged in a partial vacuum using commercial multi-layer film bags and kept till all analyses were performed.

Table 1. The codes of study samples (fruits peel powder and pancakes)

Pancake control (Pc)*	Peel powder (PP)	Pomegranate Peel Powder (P)-Pancake (PPP)	Mandarin Peel Powder (M)-Pancake (MPP)	Banana Peel Powder (B)-Pancake (BPP)
white wheat flour (36%), brown sugar (5.8%), salt (0.04%), baking soda (0.55%), olive oil (3.6%), egg (14.2%) water (40%)	3%	PPP3	MPP3	BPP3
	5%	PPP5	MPP5	BPP5
	8%	PPP8	MPP8	BPP8

**Here the % are expressed in terms of total mass preparation*

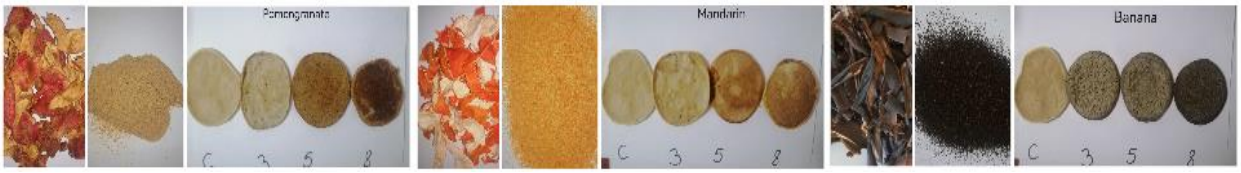


Figure 1. Study samples: fruits peel dried and powder, pancakes control and in different formulations

The total content of protein, fat, ash, total acidity (TA), and vitamin C was determined according to AOAC (2016), and all the results were expressed as g/100 g. Energy values were calculated using the Atwater factor of 4 Kcal/g for protein and carbohydrate and 9 Kcal/g for fat. Moisture content was determined using an advanced moisture analyser Ohaus, where 0.5±0.002 g of sample was uniformly distributed on an aluminum plate. The measurement of pH was performed with a Benchtop pH meter, having an accuracy of 0.001 pH, and previously calibrated with 4.00 and 7.00 pH buffer solutions. Determination of protein was done according to the Kjeldahl method, after distillation and titration, the nitrogen was multiplied with a 5.7 factor. Fat was determined by the Soxhlet extraction method with ethyl ether. Ash was determined gravimetrically, after incineration in a muffle furnace at 600°C. The carbohydrates were calculated by difference: [100 - (protein + fat + ash + water)]. The water activity (aw) was measured at 25°C using a water activity meter Retronic, calibrated with proper standards (1.000 aw). The colour value was determined using a portable colorimeter NH310 with CIE parameters L*, a*, b*. Extracts were prepared using 0.5±0.002 g of sample, mixing with 10 mL of acidified methanol (80% MeOH, containing 1% HCl), and subsequent steps vertexing (5 min) centrifugation (at 20 °C, 4500 rpm, 15 min), supernatant collection

and filtration. The process was performed in triplicate. The determination of total polyphenols was done according to the Folin-Ciocalteu method, the absorbance was read in triplicate against blank with a Libra S22 spectrophotometer at a wavelength of 765 nm, and results were expressed as mg of gallic acid equivalents (GAE) per 100 g of fresh weight (fw) of the sample. The flavonoids were determined by the aluminum chloride colorimetric method, the absorbance was read in triplicate against blank at 510 nm, and the results were expressed as mg of catechin equivalents (CE) per 100 g of fresh weight (fw) of the sample. The antioxidant activity was assessed with two tests ABTS (2,2′-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) and DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), and expressed as % of inhibition. All measurements were performed in triplicate for the peel powder of pomegranate (PPP), mandarin (MPP), banana (BPP), pancake control sample (Pc), and product prepared in different formulations with PP3, PP5, and PP8. For the sensory characteristics (appearance, flavour, aroma, gumminess, texture, and overall quality) evaluation involved 10 non-trained participants, according to a 9-point hedonic scale (1 - dislike extremely, 2 - dislike very much, 3 - dislike moderately, 4 - dislike slightly, 5 - neither like nor dislike, 6 - like slightly, 7 - like moderately, 8 - like very much and 9 - like extremely).

All measurements were performed at least in triplicate and were conducted at the time of preparation, after 1 day, 2 days, 3 days, and 5 days, to evaluate the effect of PP in the pancake during storage. The results were reported as mean and standard deviation.

RESULTS and DISCUSSION

The results for nutritional values of fruit peel powder and pancakes prepared for this study are presented in Table 2 and Figure 2-6.

Table 2. The nutritional composition values of fruits peel and pancakes (control and with different formulations, results expressed g/100 g fw of sample)

Sample	Energy (kcal)	Moisture (g)	Protein (g)	Fat (g)	Carbohydrates (g)	Ash (g)	Vit C (mg)
P	395	4.00±0.12	3.95±0.10	10.6±0.11	71.2±0.02	10.3±0.05	118±0.19
M	397	3.35±0.14	4.69±0.02	10.7±0.09	70.4±0.11	10.8±0.2	131±0.21
B	389	2.50±0.11	7.70±0.05	10.4±0.19	65.9±0.09	13.4±0.11	86.0±0.4
Pc	245	51.8±0.12	4.68±0.06	10.0±0.02	33.9±0.8	0.65±0.05	8.78±0.2
PPP3	260	47.7±0.03	5.05±0.02	10.8±0.14	35.8±0.19	0.71±0.36	17.2±0.8
PPP5	262	47.3±0.07	5.12±0.08	10.9±0.01	35.9±0.1	0.78±0.02	24.8±0.02
PPP8	266	46.5±0.12	5.37±0.03	11.0±0.0	36.3±0.2	0.81±0.04	31.3±0.2
MPP3	245	50.7±0.09	5.15±0.3	10.8±0.3	31.5±0.3	0.78±0.01	19.2±0.01
MPP5	250	47.7±0.3	5.22±0.01	11.0±0.01	35.2±0.05	0.88±0.8	26.3±0.01
MPP8	255	47.3±0.01	5.38±0.04	11.1±0.05	35.3±0.11	1.01±0.01	34.2±0.04
BPP3	245	46.5±0.11	4.98±0.3	10.1±0.36	37.5±0.8	0.95±0.03	15.6±0.36
BPP5	250	44.1±0.01	5.06±0.21	10.6±0.05	39.0±0.21	1.31±0.01	16.1±0.3
BPP8	255	43.0±0.3	5.12±0.8	10.7±0.04	39.6±0.03	1.58±0.05	25.1±0.11

The energy value for pancakes resulted from 245 to 266 kcal/100, and from the addition of PP it increased to 8% compared to the control. Consuming pancakes supplemented with PP, as a breakfast meal can contribute to meeting the energy required for moderate morning activities by adult males and females. The moisture content in fruit peel powder varied from 2.50 to 4.00 g/100 g, while in the pancake 43.0-51.8 g/100 g, where Pc had the highest moisture content, and by the addition of PP decrease the moisture content to 17% compared to the control. Also, the aw measured (Figure 2), resulted higher in Pc of 0.889, and get lower in the formulation with PP till a value of 0.782 (BPP8), and during storage, an increase from 1-13%

happened. Based on moisture values and water activity values is noted the beneficial effect of PP addition, nevertheless, these levels can still be attractive for microorganism development, thus making pancakes suitable for a short period of storage. The protein content in fruit peel powder varied from 3.95 to 7.70 g/100 g, while in the pancake 4.68-5.4 g/100 g, where Pc had the lowest protein content, and by the addition of PP increase of protein content occurred till 13% compared to control. These findings may let us suggesting the utilization of peel from fruits is nutritionally advantageous, especially linked with decreasing resources of protein animal-based, and substituting with plant-based protein resources. Regarding the fat content there not noted big differences among fruit peel powder (10.44-10.74 g/100 g), also slight differences were found in the pancake 10.0-11.1 g/100 g, where Pc had the lowest fat content, and the addition of PP increased fat content till 9% compared to control pancake. Fruits peel powder resulted in a high content of ash (10.34-13.42 g/100 g fw of the sample), which contributed to increasing the ash content in pancake supplemented with PP to 59% compared to Pc. Also, vitamin C content was found in higher values in pancakes with added PP.

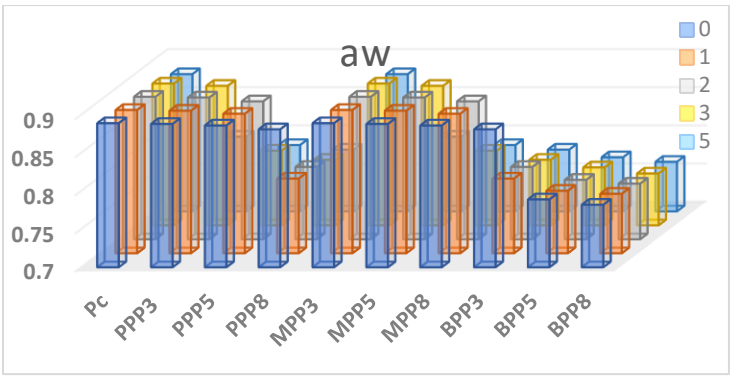


Figure 2. Water activity of pancakes at time of production (day 0) and after 1-5 days of storage

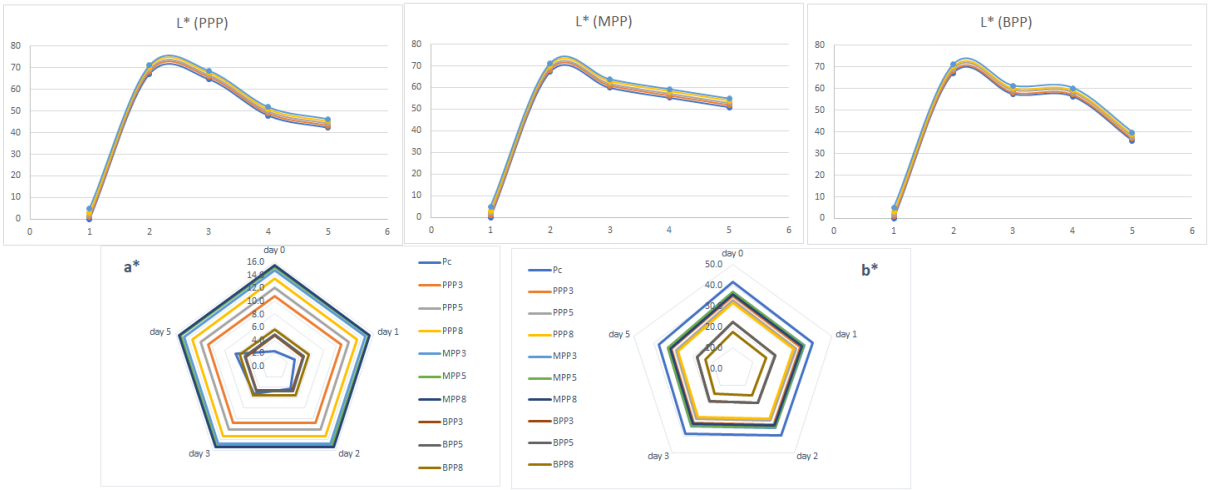


Figure 3. Colour values CIE L*a*b* of pancakes at time of production (day 0) and after 1-5 days of storage

From total colour (Figure 3) measurement, resulted in positive values for L * representing brightness, a* for red (+) to green (−), and b* for yellow (+) to blue (−). It was found that L* values were higher in the Pc sample compared to the samples with added PP, and values get lower as more % of PP increased, while during storage was noted an increase. Whereas, a* value gets higher depending on the amount of PP added in pancakes, and during storage slight changes occurred. The value b* followed the same pattern as the L* value.

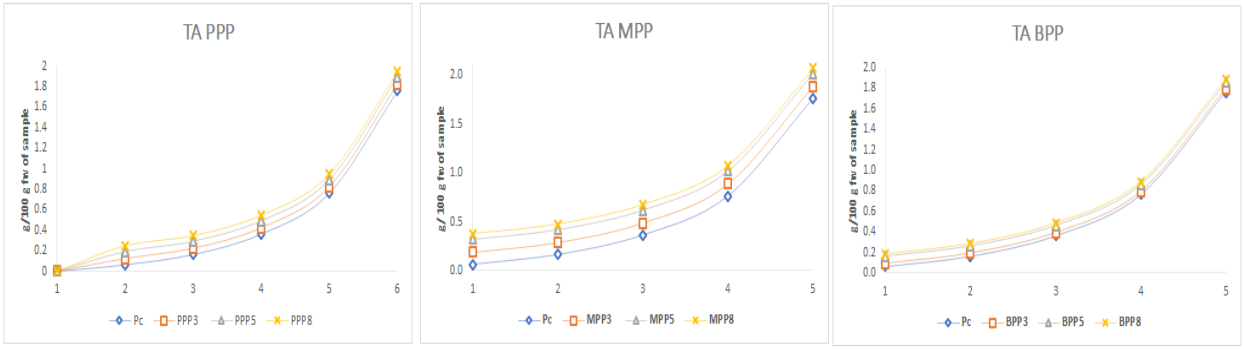


Figure 4. Total acidity of pancakes samples and changes during storage

Total acidity (Figure 4) and pH values found in the fruit peel powder and pancakes ranged from 0.03 to 5.03 g/100 g fw of sample and 3.50-8.90. Banana peel had the lowest value for acidity and corresponding pancake products, and the highest value of TA had the mandarin peel and its corresponding products.

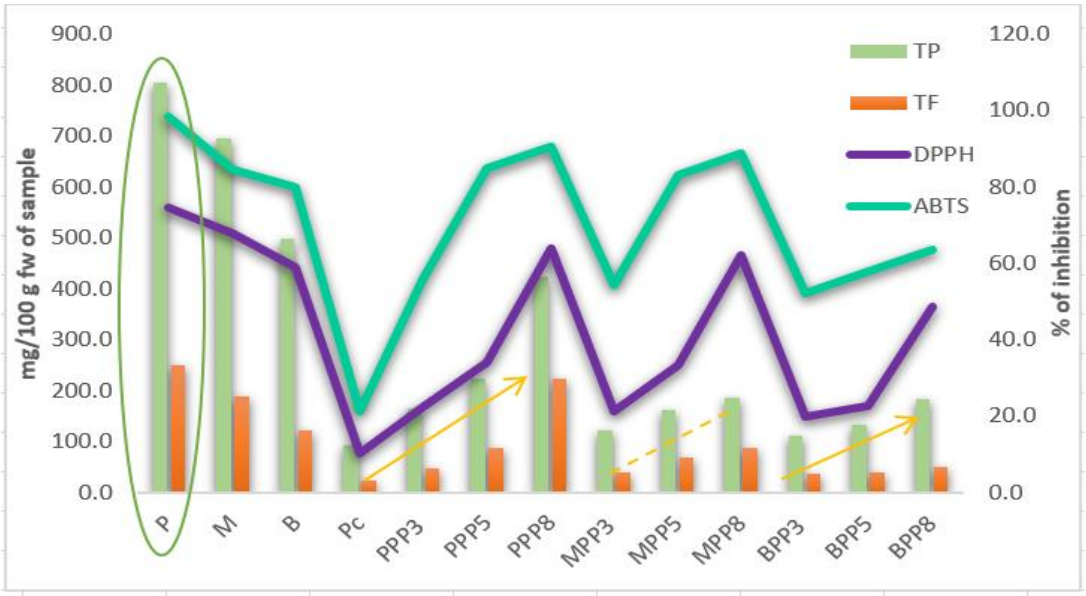


Figure 5. Total bioactive compounds and antioxidant activity fruits peel powder and pancakes

Figure 5 presents the values of total polyphenols, flavonoids, and antioxidant activity. Results showed that PP is a powerful source of polyphenols (496.8-803 mg GAE/ 100 g fw of the sample); flavonoids (122.0-249.0 mg CE/ 100 g fw of the sample), and antioxidants 58.9-74.5 % (DPPH test) and 79.8-98.2 % of inhibition (ABTS test). The values resulted higher according to the trend pomegranate > mandarin > banana peel powder. Their content increased considerably the bioactive compounds and antioxidant activity in the pancake depending on the amount added (PP3< PP5 <PP8). The values for polyphenols content compared to the Pc sample increased to 4.5-fold; for flavonoids to 9.7-fold, and antioxidant activity to 6.3-fold (DPPH test) and 4.3-fold (ABTS test).

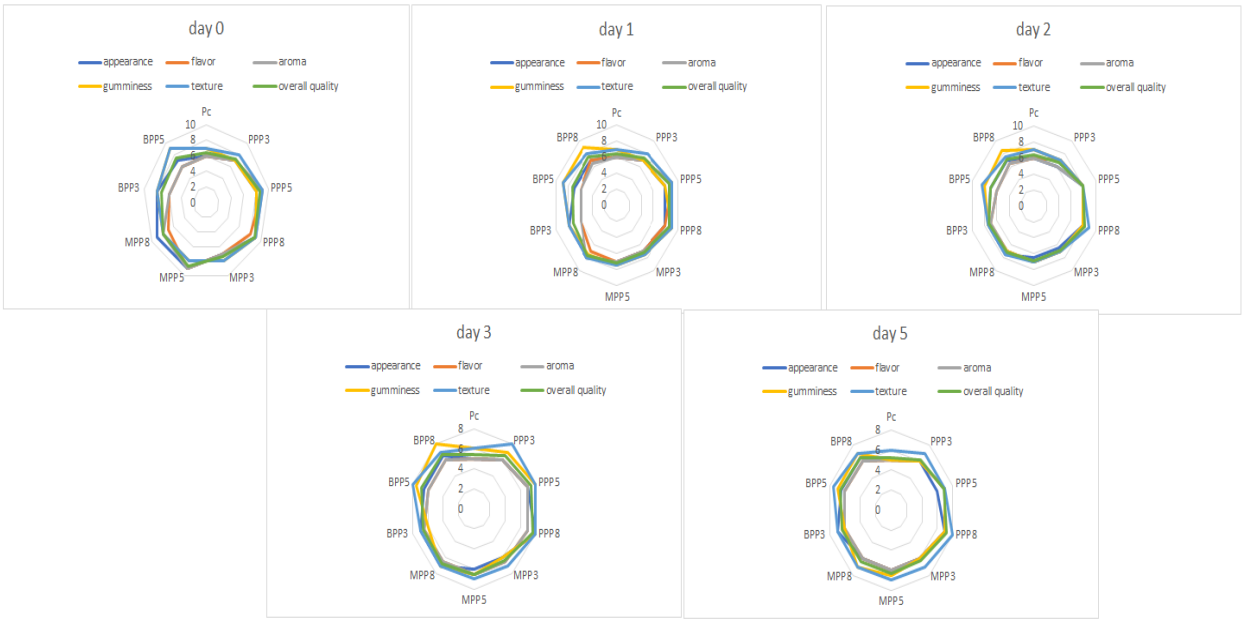


Figure 6. Sensory properties of pancakes at time of production (day 0) and after 1-5 days of storage

Based on sensory properties valuation based on a 9-point hedonic scale, the mean scores for the samples showed various degrees of likeness by the assessors, indicating that the pancakes were acceptable regardless of the degree of substitution showing the beneficial influence of fruit peel powder added. The highest mean score of overall quality reached sample MPP3, PPP5, and BPP8. The banana peel powder had the lowest score compared to PPP and MPP, but higher compared to Pc. The addition of PP increased the scores for appearance, flavour, aroma, gumminess, and texture in the range of 22 to 33% and overall acceptability to 27% higher. Even during storage samples tend to retain higher scores depending on the amount of added PP, when compared to Pc.

CONCLUSION

The study showed that for all selected fruits peel powder used, had beneficial effects on nutritional value, colour, water activity, sensory properties, and antioxidants content in pancakes with different formulations. Among fruits, the pomegranate-formulated pancakes resulted with higher values generally in all parameters, followed by mandarin peel powder and last banana. The results showed that products containing PP had more than 3-fold higher of total bioactive compounds and antioxidant activity, compared to control samples. The sensory characteristics (appearance, flavour, aroma, gumminess, texture, and overall quality) resulted in higher points for the formulation PP3 for the mandarin peel used, PP5 for the pomegranate peel used, and PP8 for the banana peel used. An extended shelf life was noted in all cases of PP addition, compared to the control sample. From this study, we may conclude that the production of nutrient-rich and acceptable pancakes formulated with peel powder from pomegranate, mandarin, and banana fruits, can serve as a good approach for the sustainable production of value-added products. Further studies would be extended in the investigation of the potential of other fruits and vegetable by-products for application in the food industry, and other sectors of interest.

REFERENCES

Altunkaya A, Hedegaard RV, Brimer L, and Skibsted LH 2013. Antioxidant capacity versus chemical safety of wheat bread enriched with pomegranate peel powder, Food Function, 4: 722-727.

AOAC International (2016) Official methods of analysis, 20th edn. (On-line). AOAC International, Rockville, MD.

Babiker WAM, Sulieman AME, Elhardallou SB and Khalifa EA 2013. Physicochemical properties of wheat bread supplemented with orange peel by-products, International Journal of Nutrition and Food Sciences, 2(1): 1-4.

Chauhan A, Nagar A, Bala K and Sharma Y 2016. Comparative study of different parts of fruits of Musa sp. on the basis of their antioxidant activity. Der Pharm. Lett., 8 (15): 88–100.

Duda-Chodak A, and Tarko T 2007. Antioxidant properties of different fruit seeds and peels. Acta Sci. Pol., Technol. Aliment., 6 (3): 29-36.

Jalal H, Pal MA, Ahmad SR, Rather M, Andrabi M and Hamdani S 2018. Physico-chemical and functional properties of pomegranate peel and seed powder. Pharma Innov. J., 7 (4): 1127–1131.

Rudra SG, Nishad J, Jakhar N and Kaur C 2015. Food industry waste: mine of nutraceuticals. Int. J. Sci. Environ. Technol., 4 (1): 205-229.

Shalini R and Gupta DK 2010. Utilization of pomace from apple processing industries: a review, Journal of Food Science and Technology, 47 (4): 365-371.

Suryawanshi PC, Kirtane RD, Chaudari AB and Kothari RM 2009. Conservation and recycling of pomegranate seed and shells for value addition. J. Renew. Sustain. Energy, 1: 1-6.

UNIDO (2004). Small-scale fruit and vegetable processing and products. Production methods, equipment and quality assurance practices, In UNIDO Technology Manuel, United Nations Industrial Development Organization, Vienna, pp. 106.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Experimental investigation of the effect of tuned liquid dampers on structural dynamics

Abdul Kadir Sezgin[1*], Hatice Mercan[2], Muzaffer Metin[1]
[1]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, YTU, Besiktas, 34349, Istanbul, Turkey
[2]Department of Mechatronics Engineering, Faculty of Mechanical Engineering, YTU, Besiktas, 34349 Istanbul, Turkey

* Corresponding author e-mail: kadir.sezgin@std.yildiz.edu.tr

Abstract

In this study, the behavior of the steel structures under realistic earthquake excitations with the use of tuned liquid dampers is investigated experimentally. In the present study, the tuned liquid damper is designed in such a way that the natural frequency of the damper is equal to the first natural frequency of the structure. In order to experimentally demonstrate the effect of a TLD, a physical TLD model was created and the scaled model was subjected to an earthquake input effect with the help of a shaking table. In the study a twenty storey building is modeled and the restoring force measured from the tank is applied to the top floor. The experiments are coupled with the building simulation and it is calculated that the tuned liquid damper lowered the lateral displacement of the structure up to 10% with respect to the case where no dampers are installed.

Keywords: Tuned liquid damper, Building vibrations, Passive control

Introduction

In modern era, due to civilization, additional to flood, earthquakes are the leading natural phenomena which might lead to disasters. The modern buildings are designed in such a way that they withstand to these natural events and save lives. When it comes to safety in living areas, dynamic behavior of the buildings needs to be examined. The dynamic loadings can have fatal effects such as earth quakes or can be uncomfortable due to wind loadings, road vibrations etc. Many different studies, both theoretical and experimental, have been carried out on the examination and control of building dynamics. These studies can be divided into active control applications performed by applying an external energy to the system and passive applications performed by the internal energy of the system.

The model, called a tuned liquid damper (TLD), which dampens the structure vibrations by using the movements of the shallow water dynamics, can be shown as an example of passive control applications. The first study that could be shown in this area examined how building vibrations change under the influence of wind.(V.J. Modi and M.L. Seto, 1997) While some of the studies carried out on tunable liquid dampers are dealing with the dynamics of the structure (degree of freedom, building parameters, type of structure, etc.) (Adrian Y. J. Et al. 1997; H. R. Lee and K. W. Min, 2011) another group of researchers examined what would happen if the types of TLDs changed (Dorothy Reed et al., 1998, Fabio Casciati et al., 2003; J.A. Hamelin et al., 2013). TLDs can vary in the shape of the container they are in, there are two types which are studied more frequently in the literature are the rectangular prisms and the cylindrical containers. In addition to this approach, the relatively large volumes of TLDs prompted researchers to examine the impact of multiple small TLDs rather than a single large structure (Fei Zhu et al., 2017). In addition to building safety, developments in different areas where liquid sloshing is used have also been implemented. In TLDs', sloshing is desired and the resulting force is used as a restoring effect, however especially in transportation of flammable liquids need to be surpassed in terms of sloshing in order to avoid sudden ignition. Buffer systems in LPG tanker trucks, the liquid sloshing needs to be prevented, have been investigated by Hamelin et al. (J.A. Hamelin et al., 2013).

Building Model

There are many different building models for different purposes developed in building dynamic control applications. These models can be simply listed as energy optimization, heat management, and strength control or vibration analysis. The building vibrations examined in this study benefit from the building models created in the literature. When the effects from the ground (earthquake, road vibrations, etc.) are examined, we come across 3 main building models. The first of these examines the situation where the disturbing effect from the ground occurs on a single axis (Ş. Çetin, 2010), another model considers the case of examining the effect on more than one axis (for example, examining earthquakes as north-south, east-west) (Satyam Paul et al.,2016). On the other hand, the building model is presented in more than one axis and in a way that includes the interaction of the building with the soil mechanics (Erkan Çelebi and A.Necmettin Gündüz, 2005). In this study, a building model will be created by taking the n-storey building model in Figure 1 as a reference, so that the disturbing entrance will be examined on a single axis as used in the study of Cetin (Şaban Çetin, 2010).

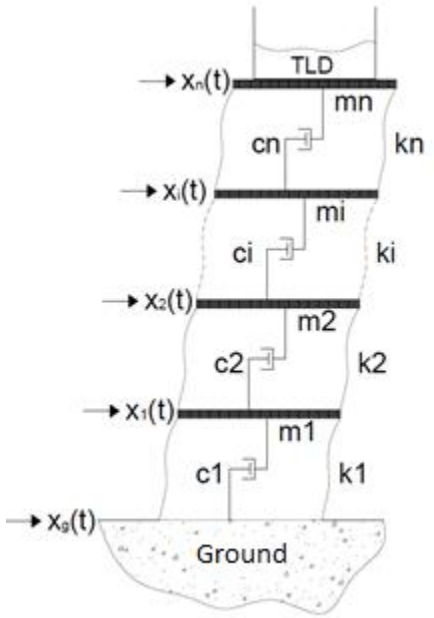


Figure 1 Building Model

The equations of motion of the building model for a 20-storey building were obtained using the Euler-Lagrange method. Obtained equations are expressed in matrix format as in Equation 1.

$$M_s\ddot{x}(t) + C_s\dot{x}(t) + K_s x(t) = M_s L\ddot{x}_g(t) - Hf(t) \quad (1)$$

Here M_s, C_s, K_s are the mass, damping coefficient and spring coefficient matrices of the floors, respectively, L and H are the location matrices of the disturbing input and the force, $\ddot{x}_g(t)$the disturbance input, $f(t)$ the force consisting of the tuned liquid damper and $\ddot{x}(t)$, $\dot{x}(t)$, $x(t)$ represent the acceleration, velocity and displacement matrices of the floors, respectively.

Experimental Setup

The experiments are carried out in Yıldız Technical University Machinery Faculty Machine Theory, System Dynamics and Control Laboratory. The test setup consisting of a control computer (HP Compaq 6000 Pro MT), electronic control unit (dSPACE-CP1103), power supplies (SANTECH 33010, Yıldırım Elektronik CY-306) and shaking table (0.1-10 Hz). The schematic representation of the setup is shown in Figure 2.

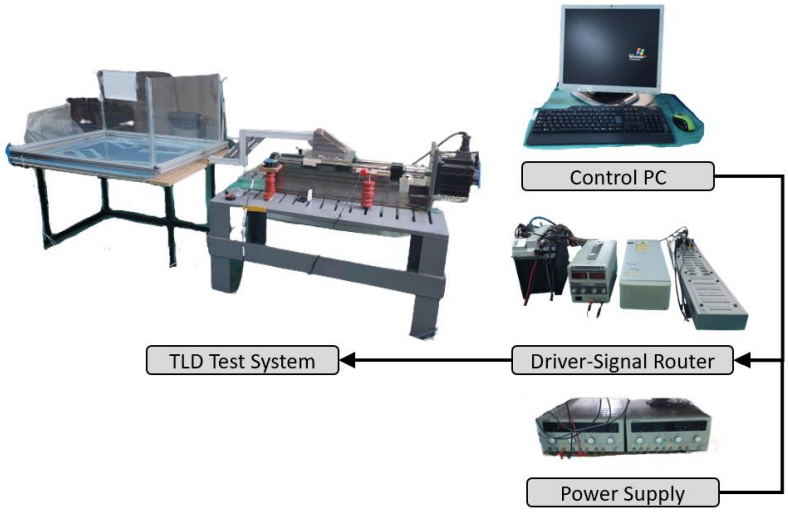


Figure 2 Setup of test system

Experimental Study

It is not always possible to use models in real scales in experimental studies where structures are enormous. By developing a scaling method that the researchers could carry out in the laboratory environment, they carried out the examinations with models in smaller sizes. In this study, suitable TLD for the building model has been experimentally investigated by using 1:5 scaling (Fatih Goktepe et al., 2019). The disruptive effect was chosen as the scaled version of the 1999 Kocaeli earthquake. The scaled acceleration data of the Kocaeli earthquake is shown in Figure 3.

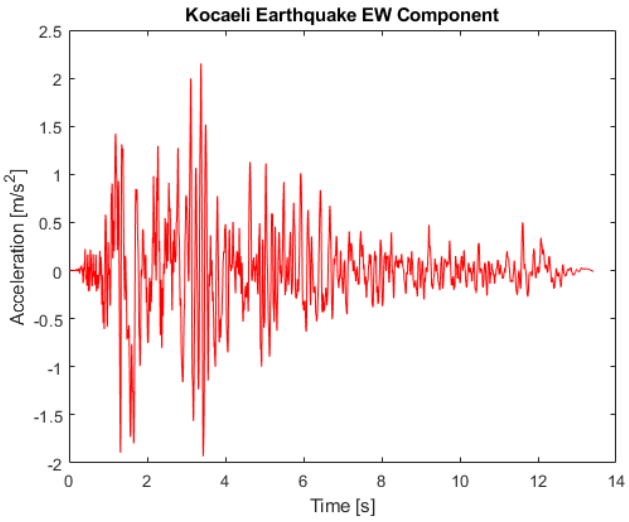


Figure 3 1:5 Scaled Kocaeli eartquake data

In this study the TLD is designed in accordance with the 1st natural frequency of the structure model and connected to the shake table. The disturbance input expressed in Figure 3 was modeled in the control computer and simulated on the shaking table by means of the electronic control unit. The reaction forces generated by the TLD were measured with the load cells attached to the TLD system. The equation of

motion is expressed in Equation 1, and modeled using Matlab-Simulink®. The displacements of the model, both uncontrolled and under TLD force were examined and compared in Figure 4.

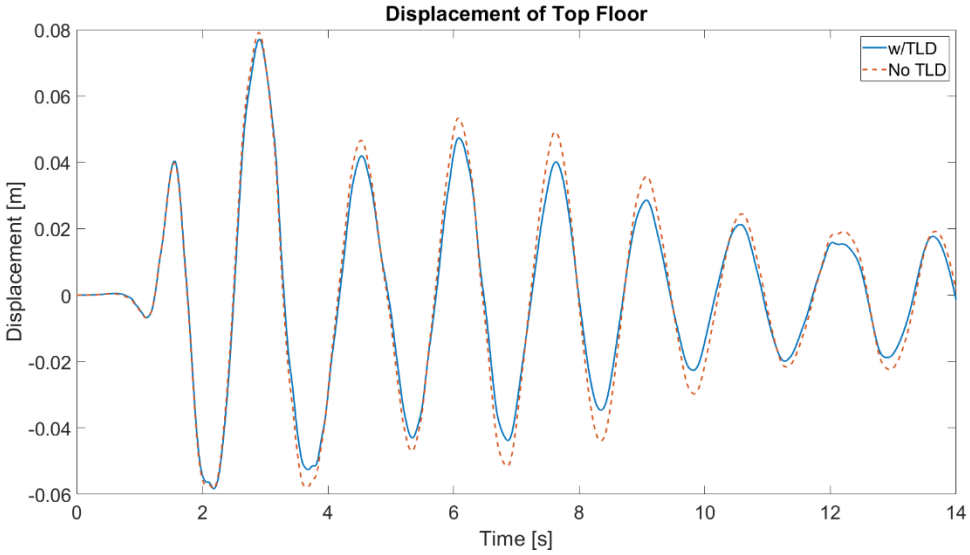


Figure 4 Displacement of Top Floor

After examining the displacements, Power spectral density (PSD) diagrams of both the uncontrolled model and the TLD model were extracted and compared in order to examine the effect of the TLD model in the frequency domain (see Figure 5).

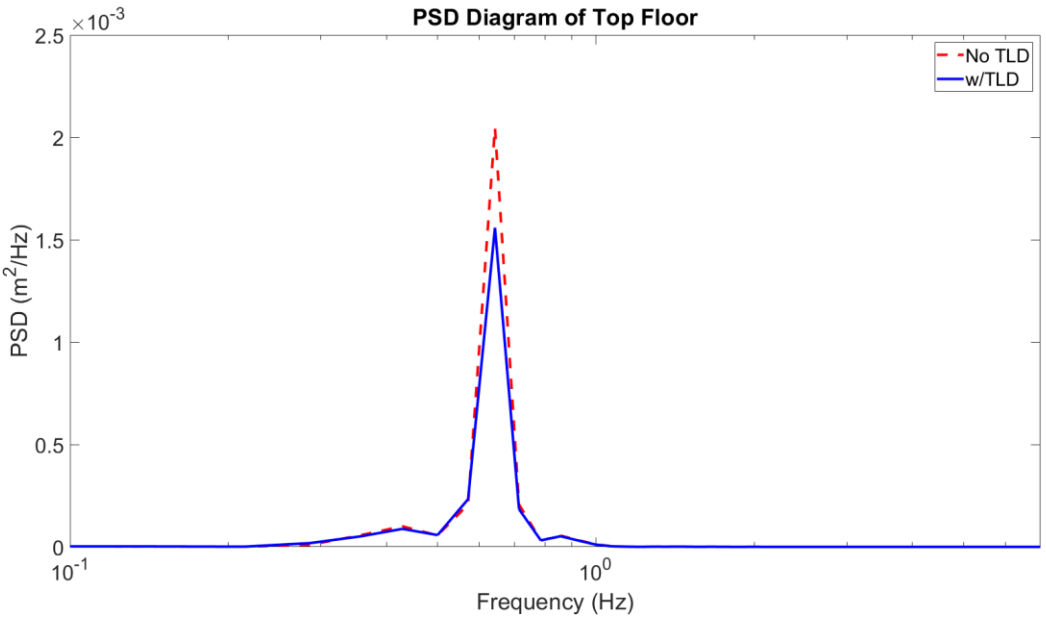


Figure 5 PSD Diagram

Results and Discussion

In this study a hybrid simulation is performed to simulate the restoring effect of a TLD installed to a 20 storey steel structure. The dynamic loading is chosen as the Kocaeli 99 earthquake data and the displacements and power spectrum densities are compared. It is observed that the displacement value at the top floor decreased with approximately 10% when the TLD is installed compared to the bare case. Additionally the density of the power spectrum lowered $0.5x10^{-3}$ (m^2/Hz) in the frequency domain with TLD compared to the bare case. These results show that the TLD, which is a passive control method, fulfills its task and has a restoring effect on building dynamics, shifts the frequency and lowers the displacement.

Conclusion

TLDs are passive in damping components that can be used in structure dynamics which has significant effects both in time and frequency domains. In the continuation of the study, higher damping ratios can be achieved by establishing a more optimal TLD design. Differences under the same conditions can be shown for different types by changing the TLD structure. By changing the fluid structure, a semi-active control application such as MR damper can be also studied.

References

Adrian Y. J. Won, Jose A. Pirest, Medhat A. Harount 1997. Performance assessment of tuned luqiud column dampers under random seismic. Pergamon, PII: SOO20-7462(96)00118-7.

Dorothy Reed, Harry Yeh, Jinkyu Yu, Sigurdur Gardarsson 1998. Tuned liquid dampers under large amplitude excitation. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 74-76 (1998) 923-930.

Erkan Çelebi and A.Necmettin Gündüz 2005. An Efficient Seismic Analysis Procedure for Torsionally Coupled Multistory Buildings Including Soil-Structure Interaction. Turkish J. Eng. Env. Sci., 29 (2005), 143-157.

Fabio Casciati, Alessandro De Stefano, Emiliano Matta 2003. Simulating a conical tuned liquid damper. Simulation Modelling Practice and Theory, 11 (2003) 353–370.

Fatih Goktepe, Erkan Celebi, Ahmad Jawad Omid 2019. Numerical and experimental study on scaled soil-structure model for small shaking table tests. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 119 (2019) 308–319.

Fei Zhu, Jin-Ting Wang, Feng Jin, Li-Qiao Lu 2017. Real-time hybrid simulation of full-scale tuned liquid column dampers to control multi-order modal responses of structures, Engineering Structures, 138 (2017) 74–90

H. R. Lee and K. W. Min 2011. Reducing Acceleration Response of a SDOF Structure with a Bi-directional Liquid Damper. Procedia Engineering, 14 (2011) 1237–1244.

J.A. Hamelin , J.S. Love, M.J. Tait, J.C. Wilson 2013. Tuned liquid dampers with a Keulegan–Carpenter number-dependent screen drag coefficient. Journal of Fluids and Structures, 43 (2013) 271–286.

Satyam Paul,Wen Yu, and Xiaoou Li 2016. Recent Advances in Bidirectional Modeling and Structural Control. Shock and Vibration, Volume 2016, Article ID 6275307, 17 pages

Şaban Çetin 2010. Mr Sönümleyici ile yapıların titreşim kontrolü.Doctoral thesis, Yıldız Technical University.

V.J. Modi, M.L. Seto 1997. Suppression of flow-induced oscillations using sloshing liquid dampers: analysis and experiments. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 67&68 611-625.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Sisplatine bağlı böbrek hasarında koruyucu ajanlar

Ender Tekeş[1*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5375-4621*), Özlem Coşkun[2] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0741-5001)*, Buket Güngör[1] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5802-1635)*

[*1]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Farmakoloji Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye
[2]Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: endertekes@gmail.com

Özet
Sisplatin birçok kanser türü tedavisinde sıklıkla kullanılan kemoterapötik ilaçlardan biridir. Tedavi sırasında yaklaşık her üç hastadan birinde görülebilen akut böbrek hasarı, sisplatin kullanımını kısıtlayan en önemli yan etkidir. Sisplatine bağlı böbrek hasarı mekanizmalarını aydınlatmak amacıyla ve bu hasarı önlemeye veya azaltmaya yönelik birçok preklinik çalışma yapılmıştır. Ayrıca çok az sayıda insanlarda yapılmış klinik çalışmalar da bulunmaktadır. Sisplatin oksidatif stres, enflamasyon ve apoptozis aracılığıyla nefrotoksisiteyi indüklemektedir. Literatürde kersetin, ginseng, ginkgo biloba, kurkumin ve diğer birçok bitkisel kökenli ürünlerin uygulanması ile sisplatine bağlı nefrotoksisitenin azaltıldığını veya önlendiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Ayrıca antioksidan etkileri bilinen askorbik asit, asetilsistein, selenyum, tokoferol gibi ilaçların uygulanması veya enflamasyon önleyici etkileri sayesinde golimumab, infliksimab, selekoksib gibi ilaçların da nefroproteksiyon sağladığı gösterilmiştir. Sisplatin ile ilgili hasarı azaltmaya veya önlemeye yönelik pek çok preklinik çalışma yapılmış olmasına rağmen günümüzde bu hasarı önlemeye yönelik rutin uygulamalar hala yetersizdir ve daha çok veriye gereksinim bulunmaktadır. Bu derlemede sisplatine bağlı nefrotoksisite üzerinde nefroprotektif etkileri gösterilen ajanları sunmayı amaçladık. Sisplatin kaynaklı gerçekleşen böbrek hasarı doza bağımlıdır ve bu hasara karşı önlem amacıyla sisplatin daha düşük dozlarda kullanılmaktadır. Bu durum da antikanser etkinin daha az olması ile sonuçlanabilmektedir. Çünkü sisplatinin terapötik etkisi dozu ile doğru orantılıdır. Sonuç olarak, sisplatine bağlı hasarı önleyici yeni tedavilerin geliştirilmesi, sisplatinin daha yüksek dozlarda kullanılarak kanser tedavisinin hem etkili hem de güvenli olmasını sağlayacaktır.
Anahtar Kelimeler: Sisplatin, Böbrek hasarı, Nefroproteksiyon

Protective agents in cisplatin induced kidney damage

Abstract
Cisplatin is one of the chemotherapeutic drugs frequently used in the treatment of many types of cancer. Acute kidney injury, which can be seen in approximately one out of every three patients during treatment, is the most important side effect limiting the use of cisplatin. Many preclinical studies have been conducted to elucidate the mechanisms of cisplatin-induced kidney damage and to prevent or reduce this damage. There are also very few human clinical studies. Cisplatin induces nephrotoxicity through oxidative stress, inflammation and apoptosis. In the literature, there are studies demonstrating that the administration of quercetin, ginseng, ginkgo biloba, curcumin and many other herbal products reduces or prevents cisplatin-induced nephrotoxicity. In addition, it has been shown that the administration of drugs such as ascorbic acid, acetylcysteine, selenium, tocopherol, which are known to have antioxidant effects provide nephroprotection and drugs such as golimumab, infliximab, celecoxib also provide nephroprotection due to their anti-inflammatory effects. Although many preclinical studies have been conducted to reduce or prevent damage related to cisplatin, routine applications to prevent this damage are still insufficient and more data are needed. In this review, we aimed to present agents with nephroprotective effects on cisplatin-induced nephrotoxicity. Cisplatin-induced kidney damage is dose-dependent and lower doses of cisplatin are used as a precaution against this damage. This may result in less anticancer effect. Because the therapeutic effect of cisplatin is directly proportional to its dose. In conclusion, the development of new treatments to prevent cisplatin-induced damage will enable cancer treatment to be both effective and safe by using higher doses of cisplatin.

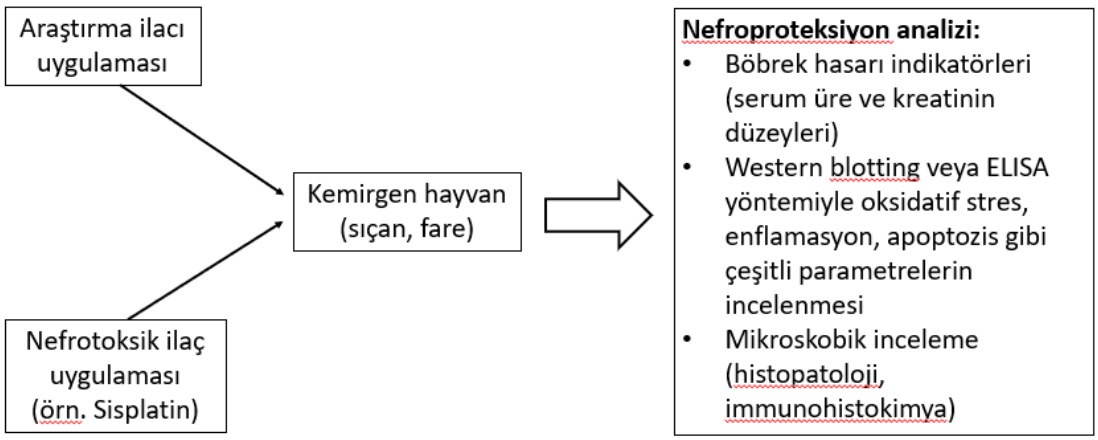
Keywords: Cisplatin, Kidney damage, Nephroprotection

GİRİŞ

Birçok kanser türü tedavisinde sıklıkla kullanılan sisplatin tedavisi sırasında %25-35 sıklıkla nefrotoksisite gelişmektedir (dos Santos ve ark., 2012). İlaca bağlı oluşan akut böbrek hasarı sisplatin kullanımını kısıtlayıcı önemli bir faktördür (Arany ve Safirstein, 2003). Sisplatin tedavisi sırasında böbrek koruyucu önlem olarak daha düşük dozlarda sisplatin kullanılması gerekmektedir (Sharp ve Siskind, 2017). Bu durum da sisplatin etkililiği doza bağımlı olduğu için ilacın daha yüksek dozlara çıkılarak daha etkili bir antikanser tedaviye engel olmaktadır. Ayrıca tek yüksek doz yerine birkaç düşük dozda uygulama akut hasarı önlemede etkili olabilmektedir ancak daha sık uygulama enflamasyonda ilerleyici artışla fibrozis ile sonuçlanmaktadır (Sharp ve ark., 2016). Yaklaşık her üç hastadan birinde görülebilen akut böbrek hasarı mekanizmalarını aydınlatmak amacıyla ve bu hasarı önlemeye veya azaltmaya yönelik birçok preklinik çalışma yapılmıştır. Bu derlemede preklinik çalışmalarda sisplatin ile indüklenen nefrotoksisite üzerinde koruyucu etkileri gösterilen ajanları sunmayı amaçladık.

Böbrek koruyucu ajanlar

Sisplatine bağlı böbrek hasarını azaltmak veya önlemek amacıyla hayvanlarda birçok ajan denenmiş olmasına rağmen insanlarda rutin tedavi protokolüne girmiş bir ilaç henüz bulunmamaktadır. Klinik öncesi çalışmalarda sisplatinin tek doz enjeksiyonu ile nefrotoksisite gelişen hayvanlarda çeşitli ajanlar sisplatin tedavi koluna eklenerek böbrek hasarını önleyip önlemediği araştırılmıştır (Şekil 1). Preklinik çalışmalarda böbrek koruyucu etkileri gösterilmiş ajanlar aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 1. Preklinik nefrotoksisite çalışmaları

Kersetin

Kersetin birçok meyve, sebze ve tahılda bol miktarda bulunan doğal bir polifenolik flavonoid bileşiktir ve anti-karsinojenik, antibakteriyel, antiviral, anti-enflamatuvar gibi birçok farmakolojik etkisi gösterilmiştir (Batiha ve ark., 2020). Sıçanlara 9 gün boyunca periton içine (i.p.) 50 mg/kg kersetin uygulanması, 4 mg/kg sisplatin i.p. ile oluşan böbrek hasarını azaltmıştır. Sisplatin ile böbrek dokusunda düzeyleri anlamlı olarak artan malondialdehit (MDA) ve H_2O_2 düzeyleri tedaviye kersetin eklenmesi ile azalmıştır. Sisplatin uygulaması ile azalan peroksidaz aktivitesi ile GSH (indirgenmiş glutatyon) / GSSG (oksitlenmiş glutatyon) oranı ise kersetin eklenmesi ile artmıştır. Ayrıca kersetin uygulaması, sisplatine bağlı artış görülen TNF (Tümör Nekroz Faktörü)-alfa, NF-κB (Nükleer Faktör-κ B), İntraselüler Adezyon Molekülü-1 (ICAM-1), Vasküler Hücre Adezyon Molekülü-1 (VCAM-1), myeloperoksidaz (MPO), indüklenebilir NOS (iNOS), kaspaz 3 gibi parametrelerin tümünde azalma sağlamıştır. Kersetin bu koruyucu etkileri gösterirken sisplatine bağlı tümör hacmindeki küçülmeyi de etkilememiştir (Sanchez-Gonzalez ve ark., 2011). Bu bulgular kersetinin oksidatif stresi ve enflamasyonu azaltarak böbrek koruyucu etki gösterdiğini desteklemektedir. 1,2-dimetil hidrazin ile kolon kanseri indüklenmiş Sprague-Dawley sıçanlarda, kersetin hem sisplatinin antikanser etkinliğini artırmış hem de sisplatine bağlı böbrek hasarı indikatörlerinde iyileşme sağlamıştır (Li ve ark., 2016).

Ginseng

Panax ginseng olarak da bilinen ginseng bitkisinden elde edilen ginsengin kırmızı ginseng, beyaz ginseng, siyah ginseng gibi farklı işlenme tekniklerine göre isimlendirilmiş farklı alt tipleri bulunmaktadır. Triterpen saponinler olan glisenositlerin ise Rb1, Rb3, Re, Rg1, Rg3, Rh, Rk gibi türleri bulunmaktadır (Wan ve ark., 2021). Panax ginseng ve ginsenositleri kemoterapi ile ilişkili nefrotoksisite, hepatotoksisite, kardiyotoksisite gibi yan etkileri önleme amacıyla klinik öncesi çalışmalarda denenmiştir. Sıçanlara ardışık 28 gün boyunca 100, 300 ve 500 mg/kg enjekte edilen kırmızı ginseng, 5 mg/kg sisplatin uygulamasına bağlı böbrekte MDA, GSH ve süperoksit dismutaz (SOD) düzeylerinde iyileşme sağlamıştır. Ayrıca aynı çalışmada ginseng uygulamasına bağlı apoptoz gelişiminin önlendiği böbrek dokusunda p53 ekspresyonun azalması ve TUNEL pozitif epitelyal hücre yüzdesinin azalması ile gösterilmiştir. İlave olarak TNF-alfa, Hem Oksijenaz-1 (HO-1) ve Nitrik Oksit Sentaz-2 (NOS-2) immun boyama görüntüleri kontrol grubu ile benzerdi (Kim ve ark., 2014). Ginsenositler ile yapılmış çalışmalarda ise gerek in vivo sıçan ve fare çalışmalarında gerekse LLC-PK1 (*Lewis lung carcinoma-porcine kidney-1*) ve HEK293 (*Human embryonic kidney 293 cells*) gibi insan hücre kültürlerinde Rh2 (Qi ve ark., 2019), Rk1 (Hu ve ark. 2020), Rh4 ve Rk3 (Baek ve ark., 2006) ginsenositlerin antioksidan veya antiapoptotik etkiler ile böbrek koruyucu etkiler gösterdiği tespit edilmiştir.

Gingko biloba

Geleneksel Çin tıbbında asırlardır kullanılan ginkgo bilobanın günümüzde hafif demans durumunda kognitif bozukluk ve yaşam kalitesini iyileştirmek için kullanımı Avrupa İlaç Ajansı (*European Medicines Agency, EMA*) tarafından onaylanmıştır. Ginkgo biloba bitkisinin yapraklarından elde edilen ekstraktın serbest radikal süpürücü, antioksidan, anti-enflamatuvar ve antiapoptotik etkileri gösterilmiştir (Chan ve ark., 2007). Bu yararlı etkileri sayesinde ginkgo biloba ekstraktının sisplatin kullanımına bağlı böbrek hasarına karşı proteksiyon sağlayacağı hipotezi ile ilgili çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Sıçanlarda yapılan çalışmalarda ginkgo biloba ekstraktının sisplatin kaynaklı nefrotoksisiteye karşı antioksidan ve anti-enflamatuvar etkiler ile (Song ve ark., 2013) ve renal interstisyel fibrozisi azaltarak (Wei ve ark., 2022) koruyucu etki sağladığı gösterilmiştir. Song ve ark. (2013) oksidatif stres parametreleri olarak SOD, katalaz (CAT), glutatyon peroksidaz (GPx), GSH / GSSG oranını, enflamasyon parametresi olarak NF-κB'yi kullanmışlardır.

Kurkumin

Kurkumin (*Curcurmin*) *Curcuma longa* adlı bitkiden izole edilen polifenolik bir bileşiktir ve özellikle Uzakdoğu mutfağında baharat olarak kullanılan zerdeçalin ana bileşenidir (Rezaee ve ark. 2017). Antioksidan, anti-enflamatuvar, antitümör, immun düzenleyici etkileri bilinen kurkuminin ilaç ile ilişkili böbrek hasarına karşı nefroprotektif etkisini göstermeyi amaçlayan birçok preklinik çalışma yapılmıştır. 2001 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada (Antunes ve ark., 2001) Wistar sıçanlara sisplatin enjeksiyonundan 24 saat ve 10 dk önce toplam 2 doz oral gavaj ile kurkumin veya selenyum uygulanması ile böbrek proteksiyonu sağlanamadığı gösterilse de daha sonra gerçekleştirilen çalışmalarda olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada olumlu fayda gösterilememesinin nedeni kurkumin dozunun yetersizliği ve gavaj sonrası kurkumin absorpsiyonunun yetersizliği olabilir. Başka bir çalışmada Wistar sıçanlara 5 gün boyunca 15, 30 ve 60 mg/kg dozlarında oral kurkumin uygulanması i.p. sisplatin uygulamasına bağlı böbrek hasarında doza bağımlı bir şekilde iyileşme sağlamıştır. Sisplatin ile artan renal nitrit ve MDA düzeyleri kurkumin ile anlamlı olarak azalmış ve sisplatin ile azalan GSH, SOD ve CAT düzeyleri anlamlı olarak artmıştır. Ayrıca sisplatine bağlı artan serum TNF-α düzeyleri kurkumin ile anlamlı olarak azalmıştır (Kuhad ve ark., 2007). Farelerde yapılan bir çalışmada da benzer koruyucu etkiler gösterilmiş, kullanılan doz ve uygulama şekli ve zamanlaması farklı olmuştur. Sisplatin 20 mg/kg i.p. uygulamasından hemen sonra 100 mg/kg kurkumin i.p. olarak enjekte edilmiştir. Böbrek fonksiyonu değerlendirmesi 72 saat sonra yapılmıştır (Ueki ve ark., 2013). Serum TNF-α düzeylerindeki iyileşmeye ilave olarak böbrek TNF-α, MCP-1, ICAM-1 düzeylerinde de normalizasyon sağlanmıştır. 2017 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada sisplatin öncesi kurkumin uygulaması (tedavi-öncesi, *pre-treatment*), sisplatin uygulaması sonrası kurkumin uygulaması (tedavi-sonrası, *post-treatment*) ile karşılaştırılmıştır. Tedavi-öncesi kurkumin uygulaması sisplatin enjeksiyonuna bağlı artan TNF-α, IL-6, IL-8 düzeylerini anlamlı olarak azaltmış, sisplatine bağlı azalmış IL-10 düzeyini ise anlamlı olarak artırmıştır. Ancak tedavi-sonrası kolunda kurkumin uygulaması ile proteksiyon gösterilememiştir (Kumar ve ark. 2017). Bu veriler bir ajanın koruyucu etki göstermesi için uygulanma zamanının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Askorbik asit ve α-Tokoferol

C vitamini olan askorbik asit ve E vitamini olan α-tokoferolün güçlü antioksidan özellikleri bilinmektedir (Frei B, 1994). Sisplatin aracılı böbrek hasarında oksidatif stres önemli mekanizmalardan biri olduğu için askorbik asit ve α-tokoferolün protektif etkilerini göstermeyi amaçlayan preklinik çalışmalar yapılmıştır. Sisplatin enjekte edilen farelerde azalan renal SOD, CAT ve GPx düzeyleri askorbik asit ve α-tokoferol uygulaması ile anlamlı olarak artmıştır. Askorbik asit ve α-tokoferolün güçlü antioksidan etkileri sayesinde sağlanan böbrek koruyucu etkileri histopatolojik veriler ile de teyit edilmiştir (Ajith ve ark., 2007).

N-Asetilsistein (NAC)

NAC glutatyon yolağı ve L-sistein prekürsörüdür ve serbest radikal süpürücü özelliğe sahiptir (Zafarullah ve ark., 2003). Bu özelliği sayesinde ilaca bağlı organ hasarında NACın koruyucu etkiler sağlayacağı öngörülmüş ve preklinik çalışmalar yapılmıştır. Sıçanlarda sisplatin ile indüklenen nefrotoksisitede NAC oksidatif stresi, p38 MAP kinaz aktivasyonunu, kaspaz 3 bölünmesini önleyerek iyileşme sağlamıştır (Luo ve ark., 2008). Ayrıca NACın sisplatin aracılı apoptozu kaspaz 3 ve 9 düzeylerini azaltarak önlediği gösterilmiştir (Wu ve ark., 2005). Başka bir çalışmada enflamasyonun sisplatin aracılı böbrek hasarına kısıtlı etki yaptığı, NACın böbrek hasarı indikatörleri olan BUN ve kreatinin düzeylerini kontrol düzeylerine düşürdüğü gösterilmiştir (Güntürk ve ark., 2019).

Selenyum (Se)

Se tahıllar ve sebzeler dahil olmak üzere diyet kaynaklarından elde edilen ve insanlar için gerekli olan bir eser elementtir. Vücutta bağışıklık fonksiyonları ve antioksidan savunma gibi çok sayıda süreçte rol oynar (Tapiero ve ark., 2003). Dişi Wistar sıçanlarda tek doz sisplatin enjeksiyonu ile oluşan böbrek hasarında Se ve yüksek doz E vitamini kombinasyonu uygulaması ile iyileşme sağlanmıştır. Böbrek dokusunda azalan antioksidan enzimler ve artan MDA düzeyleri anlamlı olarak iyileşmiştir (Naziroğlu ve ark., 2004). Se eksikliği glutatyon peroksidaz aktivitesini azaltır ve oksidatif stres ile sonuçlanmaktadır. Se eksikliği veya oral Se uygulamasının sisplatin kaynaklı nefrotoksisiteyi nasıl etkilediğini araştıran bir çalışmada erkek Wistar sıçanlar 4 hafta boyunca Se eksikliği olan veya kontrol diyeti ile beslenmiştir. Se eksikliği, sisplatin kaynaklı nefrotoksisiteyi şiddetlendirirken tedaviye Se eklenmesi sisplatine bağlı nefrotoksisite parametrelerinde iyileşme sağlamış, ancak böbrek fonksiyonunu önemli ölçüde iyileştirmemiştir. Bu bulgular Se eksikliğinin oksidatif stresi ve sisplatin ile ilişkili nefrotoksisiteyi artırdığını ancak oral Se tedavisinin sıçanlarda nefrotoksisiteye karşı kısmen koruyucu olduğunu göstermiştir (Fujieda ve ark., 2006).

Diğer ilaçlar

Hayvan nefrotoksisite modellerinde antioksidan veya antienflamatuvar özellikleri bilinen diğer birçok ilaç böbrek hasarını önlemek amacıyla değerlendirilmiştir. Sisplatin aracılı nefrotoksisitede önemli mekanizmalardan biri de enflamasyon olduğu için non-steroid anti-inflamatuvar (NSAİ) ilaçlar gibi klasik NSAİ ilaçların yanında COX-2 inhibitörü olan selekoksib ve infliksimab, golimumab gibi TNF-α inhibitörü biyolojik ilaçlar da araştırılmıştır.

Non-selektif COX inhibitörü diklofenak hücre kültürü çalışmalarında A549/DDP hücrelerinde ilaç ile ilişkili doku hasarını artırıcı etki gösterirken COX-2 inhibitörü selekoksib iyileştirici etki göstermiştir (Okamoto ve ark., 2021a). Başka bir hücre kültürü çalışmasında A549/DDP hücreleri transplante edilen ksenograft fare modelinde selekoksib böbrek hasarında iyileşme sağlamıştır (Okamoto ve ark., 2021b). Aynı çalışmada her ne kadar diklofenak ile ilgili hasar artırıcı etki gösterilmese de insanlarda yapılan bir çalışmada düzenli NSAİ ilaç kullanan kanser hastalarında sisplatin ilişkili nefrotoksisite riskinin anlamlı olarak arttığı gösterilmiştir (Kidera ve ark., 2014). Ayrıca NSAİ ilaç kullanımı sisplatin kullanan hastalarda nefrotoksisite gelişimi için önemli bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir (Okamoto ve ark., 2020a). Selekoksibi de içeren 17 NSAİ ilacın karşılaştırıldığı bir çalışmada hücre kültürü çalışmaları verilerine göre Wistar sıçanlarda kullanılmak üzere selekoksib ve flurbiprofen seçilmiştir. Sıçanlarda sisplatin ile ilişkili böbrek hasarı selekoksib ile anlamlı olarak iyileşirken, flurbiprofen ile anlamlı olarak kötüleşmiştir (Okamoto ve ark., 2020b). Antioksidan ve antienflamatuvar mekanizmalar ile sağlanan selekoksib uygulamasına bağlı böbrek koruyucu etkiler çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Jia ve ark., 2011; Suddek ve ark., 2011).

TNF-α düzeyleri sisplatin ile ilişkili böbrek hasarında anlamlı olarak artmaktadır ve TNF-α'nın böbrek hasarında önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Bu hipotezi destekleyen şekilde, TNF-α inhibitörleri olan

infliksimab (Cure ve ark. 2014) ve golimumab (Pavitrakar ve ark., 2022) uygulanması sıçanlarda ilaç uygulamasına bağlı böbrek hasarında anlamlı iyileşme sağlamıştır. Golimumab ile yapılan çalışmada karşılaştırma kolunda pentoksifilin kullanılmıştır ve golimumab oksidatif stres ve enflamasyon parametrelerinde iyileşme sağlayarak böbrek koruyucu etki göstermiştir.

SONUÇ

Sisplatin kaynaklı gerçekleşen böbrek hasarı doza bağımlıdır ve bu hasara karşı önlem amacıyla sisplatin daha düşük dozlarda kullanılmaktadır. Sisplatinin terapötik etkisi doz ile doğru orantılı olduğu için bu durum antikanser etkisinin daha az olmasına neden olmaktadır. Sonuç olarak sisplatine bağlı hasarı önleyici yeni tedavilerin geliştirilmesi, sisplatinin daha yüksek dozlarda kullanılabilmesine imkan sağlayacaktır. Sisplatin ile indüklenen nefrotoksisiteyi azaltmaya veya önlemeye yönelik pek çok preklinik çalışma yapılmış olmasına rağmen günümüzde bu hasarı önlemeye yönelik rutin uygulamalar hala yetersizdir ve daha çok çalışma yapılmasına gereksinim bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

Ajith TA, Usha S, Nivitha V 2007. Ascorbic acid and alpha-tocopherol protect anticancer drug cisplatin induced nephrotoxicity in mice: a comparative study. Clinica chimica acta; international journal of clinical chemistry, 375(1-2): 82–86.

Arany I, Safirstein RL 2003. Cisplatin nephrotoxicity. Seminars in nephrology, 23(5): 460–464.

Baek SH, Piao XL, Lee UJ, Kim HY, Park JH 2006. Reduction of Cisplatin-induced nephrotoxicity by ginsenosides isolated from processed ginseng in cultured renal tubular cells. Biological & pharmaceutical bulletin, 29(10): 2051–2055.

Batiha GE, Beshbishy AM, Ikram M, Mulla ZS, El-Hack M, Taha AE, Algammal AM, Elewa Y 2020. The Pharmacological Activity, Biochemical Properties, and Pharmacokinetics of the Major Natural Polyphenolic Flavonoid: Quercetin. Foods (Basel, Switzerland), 9(3): 374.

Chan PC, Xia Q, Fu PP 2007. Ginkgo biloba leave extract: biological, medicinal, and toxicological effects. Journal of environmental science and health. Part C, Environmental carcinogenesis & ecotoxicology reviews, 25(3): 211–244.

Cure E, Kirbas A, Tumkaya L, Cure MC, Sahin OZ, Kalkan Y, Yuce S, Altuner D. 2014. Effect of infliximab against cisplatin-induced nephrotoxicity. Saudi Med J., 35(9): 953-8.

dos Santos NA, Carvalho Rodrigues MA, Martins NM, dos Santos AC 2012. Cisplatin-induced nephrotoxicity and targets of nephroprotection: an update. Archives of toxicology, 86(8): 1233–1250.

Frei B. 1994. Reactive oxygen species and antioxidant vitamins: mechanisms of action. The American journal of medicine, 97(3A): 5S–28S.

Fujieda M, Naruse K, Hamauzu T, Miyazaki E, Hayashi Y, Enomoto R, Lee E, Ohta K, Wakiguchi H, Enzan H 2006. Effect of selenium on Cisplatin-induced nephrotoxicity in rats. Nephron. Experimental nephrology, 104(3): e112–e122.

Güntürk I, Yazici C, Köse SK, Dağli F, Yücel B, Yay AH 2019. The effect of N-acetylcysteine on inflammation and oxidative stress in cisplatin-induced nephrotoxicity: a rat model. Turkish journal of medical sciences, 49(6): 1789–1799.

Hu JN, Xu XY, Jiang S, Liu Y, Liu Z, Wang YP, Gong XJ, Li KK, Ren S, Li W 2020. Protective effect of ginsenoside Rk1, a major rare saponin from black ginseng, on cisplatin-induced nephrotoxicity in HEK-293 cells. The Kaohsiung journal of medical sciences, 36(9): 732–740.

Jia Z, Wang N, Aoyagi T, Wang H, Liu H, Yang T 2011. Amelioration of cisplatin nephrotoxicity by genetic or pharmacologic blockade of prostaglandin synthesis. Kidney international, 79(1): 77–88.

Kidera Y, Kawakami H, Sakiyama T, Okamoto K, Tanaka K, Takeda M, Kaneda H, Nishina S, Tsurutani J, Fujiwara K, Nomura M, Yamazoe Y, Chiba Y, Nishida S, Tamura T, Nakagawa K 2014. Risk factors for cisplatin-induced nephrotoxicity and potential of magnesium supplementation for renal protection. PloS one, 9(7): e101902.

Kim YJ, Lee MY, Son HY, Park BK, Ryu SY, Jung JY 2014. Red ginseng ameliorates acute cisplatin-induced nephropathy. Planta medica, 80(8-9): 645–654.

Kuhad A, Pilkhwal S, Sharma S, Tirkey N, Chopra K 2007. Effect of curcumin on inflammation and oxidative stress in cisplatin-induced experimental nephrotoxicity. Journal of agricultural and food chemistry, 55(25): 10150–10155.

Kumar P, Sulakhiya K, Barua CC, Mundhe N 2017. TNF-α, IL-6 and IL-10 expressions, responsible for disparity in action of curcumin against cisplatin-induced nephrotoxicity in rats. Molecular and cellular biochemistry, 431(1-2): 113–122.

Li QC, Liang Y, Hu GR, Tian Y 2016. Enhanced therapeutic efficacy and amelioration of cisplatin-induced nephrotoxicity by quercetin in 1,2-dimethyl hydrazine-induced colon cancer in rats. Indian journal of pharmacology, 48(2): 168–171.

Luo J, Tsuji T, Yasuda H, Sun Y, Fujigaki Y, Hishida A 2008. The molecular mechanisms of the attenuation of cisplatin-induced acute renal failure by N-acetylcysteine in rats. Nephrology, dialysis, transplantation: official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association, 23(7): 2198–2205.

Naziroglu M, Karaoğlu A, Aksoy AO 2004. Selenium and high dose vitamin E administration protects cisplatin-induced oxidative damage to renal, liver and lens tissues in rats. Toxicology, 195(2-3): 221–230.

Okamoto K, Saito Y, Narumi K, Furugen A, Iseki K, Kobayashi M 2020a. Non-steroidal Anti-inflammatory Drugs Are a Risk Factor for Cisplatin-induced Nephrotoxicity: A Meta-analysis of Retrospective Studies. Anticancer research, 40(3): 1747–1751.

Okamoto K, Saito Y, Narumi K, Furugen A, Iseki K, Kobayashi M 2020b. Comparison of the nephroprotective effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs on cisplatin-induced nephrotoxicity in vitro and in vivo. European journal of pharmacology, 884: 173339.

Okamoto K, Saito Y, Narumi K, Furugen A, Iseki K, Kobayashi M 2021a. Anticancer effects of non-steroidal anti-inflammatory drugs against cancer cells and cancer stem cells. Toxicology in vitro: an international journal published in association with BIBRA, 74: 105155.

Okamoto K, Ueda H, Saito Y, Narumi K, Furugen A, Kobayashi M 2021b. Diclofenac potentiates the antitumor effect of cisplatin in a xenograft mouse model transplanted with cisplatin-resistant cells without enhancing cisplatin-induced nephrotoxicity. Drug metabolism and pharmacokinetics, 41: 100417.

Qi Z, Li W, Tan J, Wang C, Lin H, Zhou B, Liu J, Li P 2019. Effect of ginsenoside Rh2 on renal apoptosis in cisplatin-induced nephrotoxicity in vivo. Phytomedicine: international journal of phytotherapy and phytopharmacology, 61: 152862.

Pavitrakar VN, Mody R, Ravindran S 2022. Protective effects of recombinant human golimumab and pentoxifylline in nephrotoxicity induced by cisplatin. Journal of biochemical and molecular toxicology, 36(4): e22990.

Rezaee R, Momtazi AA, Monemi A, Sahebkar A 2017. Curcumin: A potentially powerful tool to reverse cisplatin-induced toxicity. Pharmacological research, 117: 218–227.

Sanchez-Gonzalez PD, Lopez-Hernandez FJ, Perez-Barriocanal F, Morales AI, Lopez-Novoa JM 2011. Quercetin reduces cisplatin nephrotoxicity in rats without compromising its anti-tumour activity. Nephrology, dialysis, transplantation: official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association, 26(11): 3484–3495.

Sharp CN, Doll MA, Dupre TV, Shah PP, Subathra M, Siow D, Arteel GE, Megyesi J, Beverly LJ, Siskind LJ 2016. Repeated administration of low-dose cisplatin in mice induces fibrosis. American journal of physiology. Renal physiology, 310(6): F560–F568.

Sharp CN, Siskind LJ 2017. Developing better mouse models to study cisplatin-induced kidney injury. American journal of physiology. Renal physiology, 313(4): F835–F841.

Song J, Liu D, Feng L, Zhang Z, Jia X, Xiao W 2013. Protective Effect of Standardized Extract of Ginkgo biloba against Cisplatin-Induced Nephrotoxicity. Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM, 2013: 846126.

Suddek GM, El-Kenawi AE, Abdel-Aziz A, El-Kashef HA 2011. Celecoxib, a selective cyclooxygenase-2 inhibitor, attenuates renal injury in a rat model of Cisplatin-induced nephrotoxicity. Chemotherapy, 57(4): 321–326.

Tapiero H, Townsend DM, Tew KD 2003. The antioxidant role of selenium and seleno-compounds. Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie, 57(3-4): 134–144.

Ueki M, Ueno M, Morishita J, Maekawa N 2013. Curcumin ameliorates cisplatin-induced nephrotoxicity by inhibiting renal inflammation in mice. Journal of bioscience and bioengineering, 115(5): 547–551.

Wan Y, Wang J, Xu JF, Tang F, Chen L, Tan YZ, Rao CL, Ao H, Peng C 2021. Panax ginseng and its ginsenosides: potential candidates for the prevention and treatment of chemotherapy-induced side effects. Journal of ginseng research, 45(6): 617–630.

Wei C, Zhang Y, Zhong X, Lu S, Zou X, Yang Y, Huang S, Huang Z 2022. Ginkgo biloba leaf extract mitigates cisplatin-induced chronic renal interstitial fibrosis by inhibiting the epithelial-mesenchymal transition of renal tubular epithelial cells mediated by the Smad3/TGF-β1 and Smad3/p38 MAPK pathways. Chinese medicine, 17(1): 25.

Wu YJ, Muldoon LL, Neuwelt EA 2005. The chemoprotective agent N-acetylcysteine blocks cisplatin-induced apoptosis through caspase signaling pathway. The Journal of pharmacology and experimental therapeutics, 312(2): 424–431.

Zafarullah M, Li WQ, Sylvester J, Ahmad M 2003. Molecular mechanisms of N-acetylcysteine actions. Cellular and molecular life sciences: CMLS, 60(1): 6–20.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Length-weight and length-length relationships of *Vimba vimba* living in Harşit Stream of Gümüşhane Province

Semra Saygın[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3249-5074*), Melek Özpiçak[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3506-4242*), Savaş Yılmaz[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2859-4886*), Nazmi Polat[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9785-9927*)

[*1]Ondokuz Mayis University, Faculty of Sciences, Department of Biology, Samsun, Turkey.

*Corresponding author e-mail: semra.saygin@omu.edu.tr

Abstract

In this research carried out in Harşit Stream, it was aimed to reveal the length-weight and length-length relationship equations of 78 *Vimba vimba* individuals. As a result of the fieldwork carried out in May 2021, 29 female and 49 male individuals were sampled. Total, fork and standard lengths of each individual were measured and weights were weighed. Length-weight relationship was using the $W=aL^b$ equation and length-length conversions were determined using the y=a+bx equation. The total lengths are between 10.8 and 17.3 cm in the general population, and the weights are between 10.090 and 46.130 g. The equations for the length-weight relationship are $W=0.011L^{2.872}$ ($R^2=0.880$), $W=0.008L^{2.977}$ ($R^2=0.912$), $W=0.013L^{2.795}$ ($R^2=0.858$) for the general population, female and male individuals, respectively. As a result of the statistical analysis, it was determined that the b value was not significantly different from 3 and that the Harşit Stream *Vimba vimba* individuals showed isometric growth (b=3, P>0.05). The R^2 value obtained from the relations between total length-fork length, total length-standard length, fork length-standard lengths were greater than 81% (P<0.001). In this study, the length-weight and length-length relationship equations of individuals of the *Vimba vimba* species in the Harşit Stream population were determined for the first time.

Keywords: Length-weight relationship, length-length relationship, Harşit Çayı, Vimba bream

INTRODUCTION

Length–weight relationships (LWRs) have an important role for fisheries management and population dynamics (Erzini, 1994). Until the early 1960s, LWRs were calculated using log-transformed mean weights of fishes in different length group (Nomura, 1962). However, in recent years, scientific pocket calculators, mainframe computers and statistical programs made it easy to use data on individual fishes and to compare statistically linear "predictive" regressions trough covariance analysis (Haimovici & Velasco, 2000).

The weight of the fish from its length and life cycle of the populations from different habitats can be obtained from LWR related parameters. Ecological differences have an important role in morphology of fishes. Also, LWRs allow the transformations of growth-in-length equations to growth in-weight, for use in stock assessment models and commonly used in the ecosystem modelling approaches (Pauly et al., 2000; Christensen & Walters, 2004); LWRs allow life history and interspecific comparisons of fishes, or between fish populations from different habitats and/or regions (Petrakis & Stergiou, 1995; Goncalves et al., 1997; Binohlan & Pauly, 1998). Like other morphometric measurements, LWRs may change during the life history traits of fishes like metamorphosis, growth and beginning of maturity (Le Cren, 1951). LLRs are important in comparing growth studies using different length types for fisheries management (Moutopoulos & Stregiou, 2002).

In this study we report on length-weight and length-length relationships for *Vimba vimba* from the Harşit Stream. *Vimba vimba* (Linnaeus, 1758) is known as a benthopelagic species distributed in the freshwater, brackish (Riede, 2004). Vimba bream inhabits brackish estuaries, large to medium rivers and some large subalpine lakes (Kottelat and Freyhof, 2007). There are previous studies on the length-weight relationship of the species (Tarkan et al., 2006; Okgerman et al., 2011; Namin et al., 2013; İlhan and Sarı, 2015). There is no previous study of the LWRs and LLRs of *Vimba vimba* in Harşit Stream, Turkey. Thus, the LWRs and LLRs of this species are not yet well known. The main objective of this study was to determine the LWRs and LLRs of *Vimba vimba* in Harşit Stream.

MATERIALS AND METHODS

A total of 78 fish specimens were caught with electroshocker from Harşit Stream in Torul District of Gümüşhane Province in May 2021. The sampled fish were then fixed in 70% alcohol solution and transported to the Ondokuz Mayis University, Faculty of Science, Ichthyology Research Laboratory. Sampled fish were identified to species following Çiçek et al. (2020), Fricke et al. (2022). Total length (TL), fork length (FL) and standard length (SL) were measured to the nearest ±0.1 cm, individual total weight (W) was recorded to the nearest ±0.01 g. Conversions among length measures were accomplished using linear regression models; length-length relationships were determined by the least squares method (Sokal and Rohlf, 1981). The following relationships were established using linear regression analysis. The sexes of the fish were determined by macroscopic examination of the gonads. Whether there is a difference between male and female individuals in terms of total length and weight was tested with the independent-t test.

The following formula was used to calculate the length-weight relationship (Bagenal and Tesch, 1978).

$$W=aTL^{b} \quad (1)$$

Where, W= weight of fish in grams, a= intercept (constant), TL= total length of fish in centimeters and b= regression coefficient of slope. The relationship parameters a and b were determined with the Log W= Log a + b Log TL linear regression equation, and whether the b value was different from 3 was determined by the t-test, and the growth pattern of the species was revealed (Zar, 1999). In addition, the confidence interval (95%CI) of the b value was determined. Length-weight and length-length relationships were calculated separately for female, male and all individuals. Statistics were performed using SPSS package program and Minitab.

RESULTS and DISCUSSION

The average total lengths and weights of the *Vimba vimba* individuals sampled from Harşit Stream were determinated as 13.090±1.172 cm, 17.961±5.682 g, respectively. The descriptive statistics calculated separately for all population, female and male were offered in Table 1. When male and female individuals of *Vimba vimba* were compared in terms of total length (Mann-Whitney U test; P=0.873) and weight (Mann-Whitney U test; P=0.411), it was determined that there was no statistically significant difference between sexes.

Table 1. Descriptive statistics for *Vimba vimba* inhabiting Harşit Stream (SE:Standard Error, StDev:standard deviation, Min: Minimum, Max:Maximum)

	Variable	N	Mean	SE Mean	StDev	Min.	Max.
All	TL	78	13.090	0.133	1.172	10.800	17.300
	FL	78	11.747	0.117	1.038	10.200	15.400
	SL	78	10.301	0.114	1.009	8.700	13.900
	W	78	17.961	0.643	5.682	10.090	46.130
Female	TL	29	13.200	0.260	1.399	11.500	17.300
	FL	29	11.814	0.222	1.197	10.300	15.400
	SL	29	10.403	0.225	1.213	9.200	13.900
	W	29	18.32	1.41	7.57	12.18	46.13
Male	TL	49	13.024	0.146	1.025	10.800	15.700
	FL	49	11.708	0.135	0.942	10.200	13.900
	SL	49	10.241	0.125	0.875	8.700	12.700
	W	49	17.748	0.610	4.270	10.090	30.690

The length-length relationships between total length, fork length, and standard length and also the estimated parameters of the length-length relationship and the coefficient of determination r^2 of *Vimba vimba* are presented in Table 2. All LLRs were highly significant with $r^2>0.80$ ($P<0.001$).

Table 2. Length-length relationships for *Vimba vimba* caught in the Harşit Stream (n = number of individuals, r^2 = coefficient of determination)

Sex	Equation	n	a	b	r^2	P
All	TL = a + b FL	78	0.485	1.073	90.1	<0.001
	TL = a + b SL	78	2.085	1.068	84.4	<0.001
	FL = a + b SL	78	2.157	0.930	81.7	<0.001
Female	TL = a + b FL	29	-0.342	1.146	96.1	<0.001
	TL = a + b SL	29	2.448	1.033	80.3	<0.001
	FL = a + b SL	29	2.448	0.900	83.2	<0.001
Male	TL = a + b FL	49	1.301	1.001	84.8	<0.001
	TL = a + b SL	49	1.688	1.106	89.1	<0.001
	FL = a + b SL	49	1.783	0.969	81.0	<0.001

It was determined that there is a strong correlation between the length and weight values of *V.vimba* individuals distributed in the Harşit Stream ($P<0.001$, $r^2>0.85$, Table 3). The total length and weight are in a harmony with each other. The b value obtained from the length-weight relationship equation of *V.vimba* inhabiting Harşit Stream is 2.872, 2.977, and 2.795 for the all population, females and males, respectively.

Table 3. Length-weight relationship parameters of *Vimba vimba* inhabiting Harşit Stream

	LWR Parameters			r^2	P Value
	a	b	% 95 confidence interval		
All	0.011	2.872	2.631-3.113	0.880	<0.001
Female	0.008	2.977	2.612-3.342	0.912	<0.001
Male	0.013	2.795	2.461-3.129	0.858	<0.001

It was determined that the b value calculated for general population, females, and males the was not significantly different from 3 (one sample t test, $P>0.05$). Analyses showed that Vimba bream has isometric growths for all population, female and male (Figure 1).

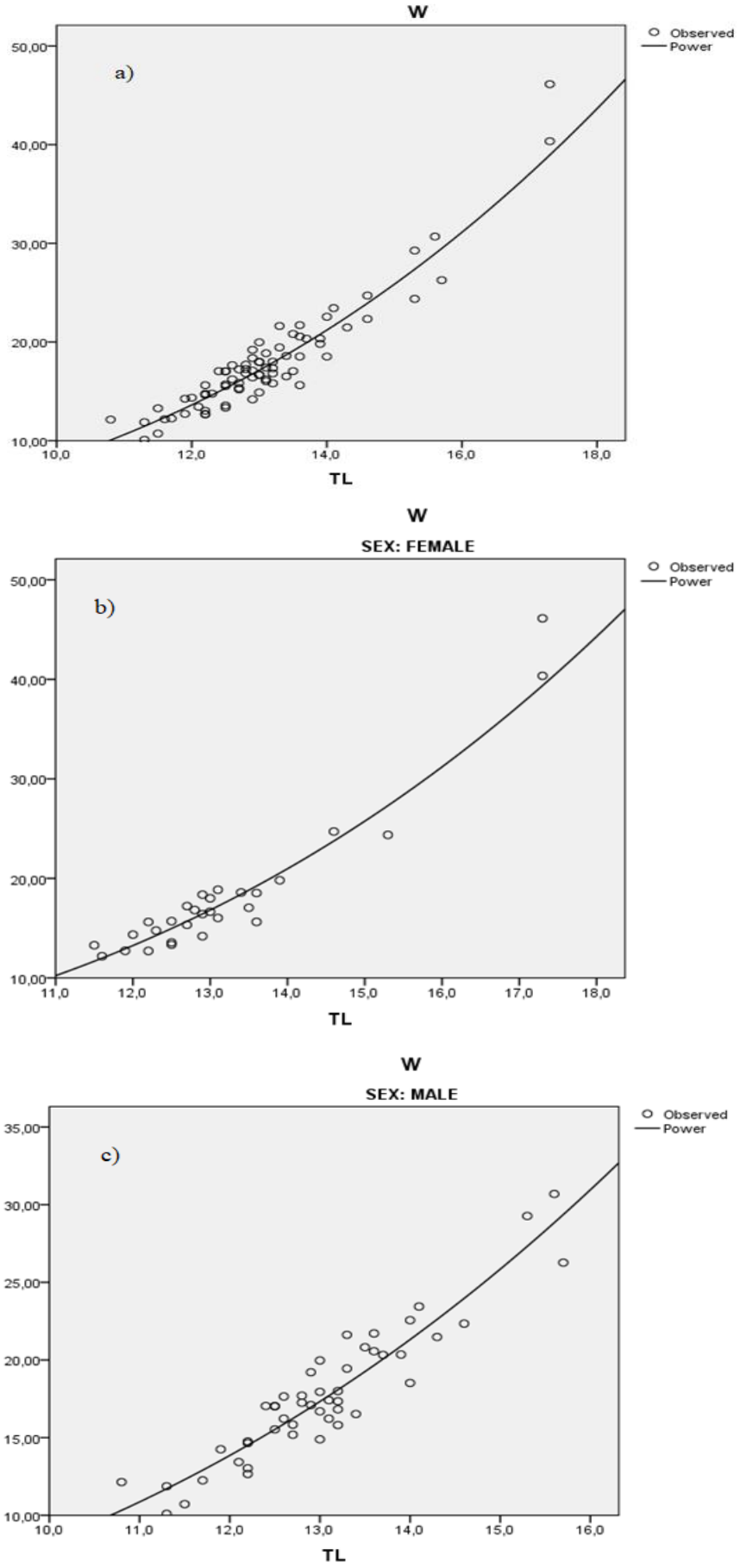


Figure 1: Length-weight relationship graphs for *V.vimba* population in Harşit Stream a) general population b) female individuals c) female individuals

The results obtained from the researches carried out on the length-weight relationship of the *Vimba vimba* are presented in the Table 4. Parameters of the length-weight relationship in fishes can be affected by such factors as area, habitat, sex, seasonal variations, feeding habits, gonad maturity and length ranges of the individual caught (Tesch, 1971). In this study, Vimba bream has isometric growth for Harşit Stream. The growth types were reported by İlhan et al. (2012); *V. vimba* showed isometric growth, Okgerman et al. (2011), İlhan and Sarı (2015); *V. vimba* showed positive allometric growth.

Table 4. Descriptive statistics and the LWRs parameters of the *Vimba vimba* at different localities

Reference	Lokality	N	Min.	Max.	a	b	SE (b)	r^2
Tarkan et al., 2006	Terkos Dam Lake	6	17	25.6	0.0372	2.740	0.0020	0.999
	Ömerli Dam Lake	430	7.5	29.4	0.0047	3.300	0.0011	0.988
	Lake Sapanca	132	15.8	26.2	0.0055	3.200	0.0016	0.961
Okgerman et al., 2011*	Lake Sapanca[a]	217	10.9	22.90	0.0084	3.179	0.0035	0.940
	Lake Sapanca[b]	118	9.10	19.30	0.0089	3.157	0.0033	0.930
İlhan et al., 2012	Biga Peninsula	18	6.9	18.3	0.0101	3.039	0.1350	0.969
Namin et al., 2013	Anzali Region	96	-	-	-2.719	3.558	-	0.914
	Kiyashahr Region	78	-	-	-1.929	2.951	-	0.951
İlhan ve Sarı, 2015	Lake Marmara	79	14.20	24.9	0.0053	3.28	0.0610	0.974

* Calculated by FL, [a] Female, [b] Male

CONCLUSION

The purpose of the length–weight relationships and length-length relationships given here was to contribute to the knowledge of the LWRs and LLRs of *Vimba vimba*. It is thought that this work will be helpful in future ecological studies in the region.

REFERENCES

Bagenal TB, Tesch FW 1978. Age and growth. In: Methods for assessment of fish production in freshwaters, TB Bagenal (Ed.), Blackwell Science Publication, Oxford, pp. 101-136.

Binohlan C, Pauly D 1998. The length-weight table. In: R. Froese, D. Pauly (Ed), Fish Base 1998: Concepts, design and data sources ICLARM, Manila, Philippines. pp. 121-123.

Christensen V, Walters CJ 2004. Ecopath with Ecosim: methods, capabilities and limitations. Ecological modelling, 172(2-4): 109-139.

Çiçek E, Sungur S, Fricke R 2020. Freshwater lampreys and fishes of Turkey; a revised and updated annotated checklist 2020. Zootaxa, 4809: 241-270.

Erzini K 1994. An empirical study of variability in length-at-age of marine fishes. Journal of Applied Ichthyology, 10: 17-41.Dawson SS, Michler CH 2014.

Erzini K 1994. An empirical study of variability in length-at-ageof marine fishes. Journal of Applied Ichthyology, 10: 17-41.

Fricke R, Eschmeyer WN, van der Laan R 2022. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. Available at: http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmail.asp [25.11.2022]

Gonçalves JMS, Bentes L, Lino PG, Ribeiro J, Canario AVM, Erzini K 1997. Weight-length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. Fisheries Research, 30: 253-256.

Haimovici M, Velasco CG 2000. Length-weight relationships of marine fishes from southern Brazil, Naga, the ICLARM Quarterly, 23(1): 19-23.

İlhan A, Sarı HM 2015. Length-weight relationships of fish species in Marmara Lake, West Anatolia, Turkey. Croatian Journal of Fisheries, 73(1): 30-32.

Ilhan A, Sarı HM, Saygı H. Ustaoğlu MR 2012. Length–weight relationships of freshwater fishes in the Biga Peninsula (northwestern A natolia, Turkey). Journal of Applied Ichthyology, 28(5): 857-858.

Kottelat M, Freyhof J 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol and Freyhof, Berlin, pp. 646.

Le Cren ED 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). Journal of Animal Ecology, 20: 201-221.

Moutopoulos DK, Stregiou KI 2002. Length-weight and length-length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). Journal of Applied Ichthyology, 18: 200-203.

Namin JI, Molayemraftar T, Rajabpour M, Heidary S. 2013. Length-weight relationships of *Vimba vimba* persa in southern coasts of the Caspian Sea Guilan Province-Iran. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 1(10): 1213-1219.

Nomura H 1962. Length-weight tables of some fish species from southern Brazil. Contribucoes Avulsas do Instituto Oceanográfico Oceanografía Biológica. 2:1-4.

Okgerman H, Elp M, Yardimci CH 2011. Growth, the length-weight relationship, and reproduction in vimba (*Vimba vimba* L. 1758) sampled from an oligo-mesotrophic lake in northwest Anatolia (Turkey). Turkish Journal of Zoology, 35(1): 87-96.

Pauly D, Christensen V, Walters C 2000. Ecopath, Ecosim, and Ecospace as tools for evaluating ecosystem impact of fisheries. ICES journal of Marine Science, 57(3): 697-706.

Petrakis G, Stergiou KI 1995. Length-weight relationships for 33 fish species in Greek waters. Fisheries Research, 21: 465-469.

Riede K 2004. Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. pp 329.

Sokal RR, Rohlf FJ 1981. Biometry, 2nd edn. W. H. Freemanand Company, New York, pp. 859

Tarkan AS, Gaygusuz Ö, Acıpınar H, Gürsoy Ç, Özuluğ M. 2006. Length-weight relationship of fishes from the Marmara region (NW-Turkey). Journal of Applied Ichthyology, 22(4): 271-273.

Tesch FW 1971. Age and growth. In: Methods for assessment of fish production in fresh waters. W. E. Ricker (Ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 99–130.

Zar, JH 1999. Biostatistical analysis. 4th ed. Prentice-Hall, New Jersey. 663 pp.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Dijital dönüşümün finansal teknolojilere etkileri ve değişen tüketici davranışları

Evren Ersoy[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3030-5169*), Yasemin Kemal[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8556-0458*), Emre Kurt[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9823-7222*), Ahmet Feyzioğlu[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0296-106X*)

[1] Mobil Bilişim Hizmetleri San. ve Tic. Ltd. Şti., Ar-Ge Merkezi, İstanbul, Türkiye
[2] Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Makine Mühendisliği, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: evren.ersoy@biotekno.com.tr

Özet
Transistör, mikroçip ve bilgisayarın icadı sonrasında internet ve yazılım teknolojilerindeki gelişmeler askeri alanlardan üretim endüstrisine, bankalardan finansal teknoloji şirketlerine ve perakende başta olmak üzere tüm sektörlerde yeni ödeme sistemleri, dijital ürünler, abonelik sistemleri, ön ödemeli kartlar, dijital cüzdanlar ve dijital para transferi gibi yeni alışveriş alışkanlıklarına dönüşen teknolojik ve sosyolojik bir devrim yaşanmaktadır. Kısaca blockchain teknolojisiyle, donanım bağımsız, merkezi olmayan sistemler üzerinden, dijital para ve yeni ödeme sistemleri günümüzün ve geleceğin en önemli gelişmeleri arasında yer almaktadır. Bu çalışmada perakende sektöründe dijital dönüşümün getirdiği yeni teknolojiler ve tüketici davranışları araştırılmıştır. Ayrıca Mobiliva Mobil Bilişim Hizmetleri San. Tic. Ltd. Şti. bu kapsamda OTS (Online Ticketing System) çözümüyle; markalar, fiziki ve online satış noktaları, yazar kasa/android pos firmalarıyla bir ekosistem inşa ederek tüketicilerin dönüştüğü tüm ürün ve ödeme sistemleri alanlarında çalışmalar yapmaktadır.
Anahtar Kelimeler: İnovasyon, dijital dönüşüm, perakende teknolojisi, tüketici davranışı

The effects of digital transformation on financial technologies and changing consumer behavior

Abstract
After the invention of the transistor, microchip and computer, developments in internet and software technologies have emerged. There is a technological and sociological revolution that transforms into new shopping habits such as new payment systems, digital products, subscription systems, prepaid cards, digital wallets and digital money transfer in all sectors, from the military to the manufacturing industry, from banks to financial technology companies and retail. Briefly, with blockchain technology, hardware-independent, decentralized systems, digital money and new payment systems are among the most important developments of today and the future. In this study, new technologies and consumer behaviors brought by digital transformation in the retail sector were investigated. In addition, Mobiliva Mobil Bilişim Hizmetleri Ind. Trade. Co. Ltd. developed in this context OTS (Online Ticketing System) solution; by building an ecosystem with brands, physical and online sales points, cash register/android pos companies, it works in all product and payment systems areas where consumers are transformed.
Keywords: Innovation, digital transformation, retail technology, consumer behavior

GİRİŞ

Dönüşüm kavramı, iş dünyası kapsamında insanın ilk başta aklına; sistemleri, makineleri, robotları, değişen yeni iş modellerini, gelecek meslekleri, yeni ürünleri ve yeni pazarları getirmektedir. Aslında dönüşen, dönüştüren ve değişmek isteyen ürün veya hizmet değil, insandır! Hiçbir şey zamanı geldiği için meydana gelmemektedir.

Sanayi, iş dünyası, üniversiteler, girişimler veya teknolojilerin dönüşümün zamanı geldiği için değil, insanın bu dönüşümü kendisinde ve kitlelerde hissettiği için gerçekleşmektedir. Yani dönüşüm, bir ürün gibi periyodik zaman dilimi içerisinde ar-ge yapılarak değil, toplumların veya bireylerin yaşamlarında refah gelişimine göre şartların oluşması ile olgunlaşmaktadır. İnsanlık bilgiye ulaştıkça ve paylaştıkça, kitlelerin iş ve sosyal hayatlarındaki değişime olan ihtiyaç dönüşümü meydana getirmektedir.

Dönüşümün en etkin ve ilk rolü; teknik ve toplumsal verilerin izlenmesi, toplanması ve analiz edilerek yeniliğe dönüştürülmesidir. Kişileri, toplumları, kültürleri, sistemleri, canlı ve cansız varlıklar arasındaki sistematiği izleyen kişi: dönüşümü benimseyen şeklinde tanımlanabilir. Bu rol için iki taraf bulunmaktadır. Dönüşümcü tüketici ve dönüşümcü girişimciler. Dönüşümü benimseyen tüketici kitlesi, yeniliklere açık bir zihin ile dönüşmeyi beklemektedir. Onları en çok etkileyen şey arkadaşları, yakınları ve sosyal medya platformlarıdır. Dönüşümü benimseyen üretici kitlesi ise günümüzün dijital girişimcileri olarak adlandırılmaktadır. Onlar ise kariyerinin geleceğini kurumsal markalar altında çalışmak yerine kendi girişimlerine odaklanan yeni nesil dijital girişimcilerdir.

Bu dönüşüm ve değişim devriminin stratejisinde, insanların dünya vatandaşı olma ve daha sosyal ve refah içinde yaşaması hedeflenmektedir. Akıllı şehirlerde yaşam, nesnelerin interneti (IoT), yapay zekâ, fabrikaların yeniden modellenmesi ve dijital fabrikalara dönüştürülmesi, kas gücü ile yapılan işlerin robotlar tarafından yapılması, insanların daha esnek ve zihin üzerine işlerde çalışması üzerine yapılan stratejiler bu devrimin en önemli rolleri arasındadır.

“Gerçeklik, dönüşüm girişimlerini yönlendirme konusunda, bizim kolektif yeteneğimizin çok önündedir. Kurumların karşı karşıya kaldığı zorluklara ayak uydurmak için gerekenler; yeni dönüşüm zihinleri, yeni davranışlar ve yeni alışkanlıklardır.

İş, daha bağlantılı bir kültür elde etmeleri için onları yönlendirmeye ve gerekli yetenekleri geliştirmeye geldiğinde, kurumların çoğu geride kalmaktadır. Değişim karşısında gelişmek için daha büyük bir esneklik gerekir. Farklı ve büyük düşünmenin dönüşüm başarısını gerçekleştirmenin tartışılmaz önkoşulları olduğuna ve bu düşüncenin CEO ile başlaması gerektiğine dair hiç şüphe yoktur.” (Mattone ve Vaidya, 2019)

Dönüşümün teknolojik tarafı son yirmi yıl içerisinde internetin yaygınlaşması ve geliştirilmesi ile endüstride başlamıştır. O dönemde dijital dönüşüm; günümüzün akıllı şehirleri, yapay zekâ algoritmaları, nesnelerin interneti gibi sosyal hayatımızın teknolojik tarafı yerine, endüstrinin etkin olduğu dönemlerde fabrikaların dijital dönüşümü ile hayatımıza girmiştir. Dijital dönüşüm bir süreç iken günümüzde bir devrime dönüşmüştür. Bu sebeple üretim işletmelerinde proses departmanlarının uzun vadeli stratejilerinden, CEO’ların ajanda stratejisine ve konferans konuşmalarına kadar yükselmiştir.

Dönüşümün iş dünyası kapsamında dijital dönüşüm ayağının CEO pozisyonuna kadar yükselmesi gibi, diğer bir önemli konu ise ülke yöneticilerinin vatandaşları için bu dönüşüm stratejilerine uygun şartları sağlamalarıdır. Tüm vatandaşları kapsayan eğitim, teknoloji, altyapı ve ekonomi yatırımlarını yapmaları başlıca görevleri arasındadır. Çok daha önemli olan küresel strateji ise teknolojik yatırımlar ile birlikte kültürel dönüşüm yatırımları yapmak olacaktır. Türkiye’nin sanayide dijital dönüşüm, Almanya’nın endüstri 4.0, Japonya’nın toplum 5.0 ve İngiltere’nin Catapult stratejileri günümüzde küresel iş dünyasının tasarlanması ve yeni dijital ekonominin yönetilmesi için lanse edildiler. Bu devrimsel stratejiler, günümüzün teknoloji hızıyla bakıldığında ve yaşanmış endüstri devrimleri ile kıyaslandığında en fazla çeyrek asırlık stratejiler olduğu görünmektedir. İnsanın kültürel dönüşümüne yapılan yatırımlar ise hem asırlar boyunca ülkenin ve diğer dünya ülkelerinin gelişimine katkı sağlayacak hem de gelişmiş ülkelerin lanse ettiği devrimlere hazırlıklı olmanızı sağlayacaktır.

GELİŞEN TEKNOLOJİ İLE DEĞİŞEN TÜKETİCİ DAVRANIŞLARI

Dünya tarihinde en etkin teknoloji girişimlerinin belki de birincisi; savaşlarda bomba, mermi yolu, nişan alma, sıcaklık, nem, rüzgâr yönü-hızı ve barut tipi seçimi gibi faktörlerin hesaplanması için bir hesaplama cihazına (bilgisayara) olan ihtiyaç ile oluşmuştur. Dolayısıyla savaşlar bilim ve teknolojiyi harekete geçirmiştir. Çaresizlik inovasyonu, ülkelerin hayatta kalma mücadelesi sebebiyle ilk olarak savaşlarda meydana gelmiştir. Amerikan Savaş Bakanlığı’nın elektronik bilgisayara fon sağlama kararı 9 Nisan 1943’te çıkmıştır. “ENIAC, Electronic Numerical Integrator and Computer. ENIAC öncelikle füze hedeflerini belirlemek için diferansiyel denklemleri çözmek üzere tasarlanmış olsa da, Mauchly bunun programlanabilir bir cihaz olduğunu ve başka görevler de yapabildiğini yani genel amaçlı bir bilgisayar olduğunu yazdı.” (Isaacson, 2017) Charles Babbage, sofistike bir bilgisayara dair ilk makaleyi 1837 yılında yayınlamıştır. Dolayısıyla yüz yıl sonra ilk elektrikli bilgisayar olan ENIAC çalışmaya başlamıştır. Günümüzde ise bilgisayarlar Mauchly’nin ifade ettiği gibi çok amaçlı ve her sektörde farklı amaçlar ile kullanılan yüz yılın en önemli icadı olarak yerini korumaktadır.

“İnternet, bilgisayar sistemlerini birbirine bağlayan elektronik iletişim ağıdır. TDK, internet sözcüğüne karşılık olarak Genel Ağ’ı önermiştir. İnternet, çok protokollü bir ağ olup birbirine bağlı bilgisayar ağlarının

tümü olarak da tanımlanabilir. Binlerce akademik ve ticari ağ ile devlet ve serbest bilgisayar ağının birbirine bağlanmasıyla oluşmuştur. Bilgisayarlar arasında bilgi çeşitli protokollere göre paketler hâlinde transfer edilir. İnternet üzerinde elektronik posta ve birbirine bağlı sayfalar gibi çok çeşitli bilgiler ve hizmetler vardır. İnternetin kökeni, hataya dayanıklı, sağlam ve özel bir bilgisayar ağı kurmak isteyen Amerika Birleşik Devletleri hükûmeti tarafından 1960 yılındaki araştırmalara dayanır. 1980'lerde Ulusal Bilim Vakfı tarafından yeni bir ABD omurgasının finansmanı için toplanan özel fonlar, dünya çapında katılım ve birçok özel ağın birleşmesine neden olmuştur. 1990'larda uluslararası bir ağın yaygınlaşması ile internet, modern insan hayatının temelinde yer almıştır." (Wikipedia, 2022) Dünya tarihinin en etkin teknoloji girişimlerinden birincisi bilgisayarın icadı olarak kabul edilirken, ikincisi ise bu akıllı cihazların birbiriyle ve diğer sistemlerle iletişimde olup, veri alışverişi yapmasını sağlayan, yeteneklerini geliştiren, en önemlisi askeri amaçla üretilen bilgisayarların dünyada tüm sektörlerde kişisel, ticari ya da farklı amaçlarla kullanılmasını sağlayan en önemli teknoloji ise internettir. Bilgisayar ve internet teknolojilerinin birlikte hareket etmesiyle 1990 ve 2000 yılları arasında web 1.0 dünyası meydana gelmiştir. Web platform sahiplerinin ve webmasterların bireysel yetenekleri kadar eklenen içeriklerden kullanıcıların faydalandığı bir dönem başlamıştır. Daha doğrusu bu dönem içerik okuma, dinleme, izleme ve oyunlarla tek taraflı bir içerik tüketme davranışı olarak kabul edilmektedir. 2000-2010 yılları arasında ise web 2.0 ile kullanıcıların tüketici rolüne ek olarak üretici rolü eklenerek; bağlantı kurmak, paylaşmak, kitlesel sosyal gruplar kurmak gibi insanların gerçek hayatlarına bir de sosyal alanlar eklenmiştir. Bu da internet teknolojilerinin daha popüler ve ilgi çekici bir ortam olarak tanınmasını sağlamıştır. 2010-2020 yıllarında ise platform sahipleri ve son kullanıcılara ek olarak; yazılımlar, sistemler, akıllı cihazlar (IoT) ve veri temelli yapay zekâ, makine öğrenmesi ve derin öğrenme gibi teknolojiler katılarak insan-robot iş birliği dünyası oluşmuştur. Bu dönemde dijital pazarlama ve dijital reklamcılık alanının veri temelli dönüşümü sayesinde e-ticaretin gelişmesi sağlanarak kişiselleştirilmiş ürünler ve kişiselleştirilmiş alışveriş alışkanlıklarıyla yeni bir toplumsal dönüşüm sağlanarak web 3.0 dünyası tasarlanmıştır. 2010-2020 yılları bilgisayar vb. donanımlarının, internet teknolojilerinin, yazılım yeteneklerinin çok hızlı büyüdüğü ve yaygınlaştığı bir dönem olarak; bankacılık, sanayi ve girişimcilik alanlarında yeni gelişmelerin öncüsü olmuştur. Özellikle 2011 yılında Almanya tarafından lanse edilen Endüstri 4.0 felsefesi tüm dünyada yeni bir üretim yaklaşımıyla; big data, IoT, 3d printer, otomasyon, simülasyon, dijital ikizler, siber güvenlik, robot-otonom, bulut, uçtan uca yazılım entegrasyonları, AR/VR teknolojileri başta olmak üzere üretim teknolojileri alanında bir devrim yaşanmıştır. Üretim endüstrisinde yaşanan bu gelişmeler tüketiciler için yeni ürünlere dönüşerek tüketicilere yeni alışveriş alışkanlıkları, yeni ihtiyaçlar, sektörler ve yeni dijital ekonomi ortamı oluşturmuştur.

2020-2030 yıllarında ise web 4.0 dünyasıyla Merkezi Olmayan Sistemler, Bulut ve Sanallaştırma Teknolojileri, Süper App'ler, IoT Cihazları, AR/VR Teknolojileri, Yeni Ödeme Sistemleri ve Elektronik Para Fintech'leri, Yapay Zekâ teknolojileri, Yüksek Hızda İnternet, yazılım-programlama ve algoritma teknolojileriyle toplumlarda sanal-etkileşim dönemi meydana gelecektir. Tüm bu sektörel gelişmelerin internet teknolojileri kapsamında değerlendirilmesinin amacı; mobilite teknolojilerinin yaygınlaşması, yüksek hızda internetin tüm lokasyonlara hızla dağıtılması, veri temelli donanımların ve sistemlerin geliştirilmesi, iletişim ve etkileşim teknolojilerinin tüm sektörlerde çözüm üreten bir araç olmasıdır.

AR/VR teknolojileriyle alışveriş, özellikle giyim ve eğitim sektörlerinde ürün ve hizmetlerin kullanımı hızla artmaktadır. Bir mobil uygulama ya da AR/VR gözlüğü ile tüketici AR/VR teknolojisi üzerinden evine koltuk takımı seçimi yapabilmektedir. Doktorlar bu teknoloji ile sanallaştırılmış tıp eğitimlerine katılabilmektedir. Öğrencilerin atölye, laboratuvar vb. yetenek merkezlerinden alanında uzman kişilerle meta dünyalarda eşzamanlı gerçek dünya ile ayırt edilemeyecek seviyede eğitimlere katılabilirler.

Bulut teknoloji ile verilerin fiziksel sunucularda saklama zorunluluğu ortadan kalkarak hem bu kapsamda maliyetler düşürüldü hem de kişilerin ya da kurumların verilere ulaşma esnekliği artırılmıştır. Bulut sunucularda işlenmek üzere saklanan/depolanan verilerin bir girişimci ya da tasarımcı ile bilgilere dönüştürülmesi yeteneği kazanılmıştır. Çok daha önemlisi lokasyon bağımsız çalışan grupların, geniş katılımcı sayısı olan departmanların birlikte eşzamanlı çalışabilmelerini sağlayan, işlerini daha planlı organize edebilmelerini sağlayan platformlar iş dünyasına kazandırılmıştır.

Bir IoT projesiyle özellikle fabrikalar ve akıllı şehirde birçok sistem, teçhizat ya da makine uzaktan, lokasyon bağımsız, personel ihtiyacı olmadan, veri analizi ile tahminleme yapılarak arızaların önceden öğrenilmesini sağlamaktadır. Periyodik bakımların zaman aralıkları daha verimli yönetilmektedir.

Simülasyon ve dijital ikiz teknolojileri bir ürün veya projenin önceden ikizinin tasarlanmasını sağlayarak tüm sorunların önceden görünmesini sağlamaktadır. Tasarım aşamasında maliyetleri düşürdüğü gibi test

senaryolarının daha verimli yönetilmesine yardımcı olmaktadır. Bütüncül yaklaşımlarla önceden tasarlanan dijital ikizler ya da simülasyonlar kullanıcı deneyimi kapsamında da çok büyük etkiler sağlamaktadır. Simülasyon, dijital ikizler ve oyun teknolojileri alanındaki gelişmeler, dijitalleşen iş dünyası ve sosyal platformlarda zaman geçiren kullanıcılara yeni bir deneyim sunmak için meta dünyalara dönüşmektedir. Sosyal medya platformlarında geçirilen süreleri, içerikleri ve iletişim deneyimini geliştirerek, gerçeğe yakın AR/VR teknolojilerle meta dünyalara geçiş başlamaktadır. Mark Zuckerberg Facebook ve Instagram platformlarında edindiği veriler ve tecrübelerle bu teknolojiye öncülük ederek şirketinin ismini "Meta" olarak değiştirip metaverse teknolojilerine yatırım yapan ilk şirketlerden birisi olmuştur. Günümüzde bu teknoloji ile ilgili en büyük sorun kullanıcılara konforlu ve maliyeti uygun AR/VR gözlüklerinin geliştirilememesidir. Microsoft da Covid 19 pandemisiyle uzaktan eğitim ve uzaktan çalışma faaliyetlerinde büyük rolü olan Teams online toplantı programıyla metaverse çalışmalarını entegre yürütmektedir. Toplantıları daha verimli bir hale getirmek amacıyla, kişilerin odak sorunlarını çözmek ve içerikleri daha verimli paylaşmalarını sağlamak için 3 boyutlu sanal toplantı odaları tasarlanmaktadırlar.

Son yıllarda oyun sektöründeki teknolojik gelişmeler, büyümeler ve özellikle oyun geliştirme şirketlerinin satın alınması metaverse endüstrisinin geliştirilmesi paralelinde yaşanan gelişmelerdir. Özellikle uzun yıllardır oyun sektöründe oyun içinde ve oyun platformlarında kullanılan dijital oyun paraları günümüzdeki kripto paraların test ortamları olmuştur. Bu testler başarıyla tamamlandığından dijital paralar kullanıcılar için hem yeni bir deneyim hem de yeni bir devrimin öncüsü olacaktır. Günümüzün gerçek ve meta dünyalarında olan diğer iki önemli teknoloji ise NFT ve blockchain teknolojisidir. NFT, Non-Fungible Token: takan edilemeyen, bir eşi veya benzeri olmayan dijital varlık anlamına gelmektedir. Ülkemizde Türk Dil Kurumu NFT ifadesinin Türkçe karşılığı olarak "Nitelikli Fikrî Tapu" kavramını kabul etmektedir. Öncelikle oyun sektörü ve sonrasında metaverse ile hayatımıza giren NFT'ler aslında dijital varlıklar, yani kişiselleştirilmiş ürünlerdir. Tüketicilere özel kişiselleştirilmiş ürünler her zaman dikkat çekici olmuştur. NFT'lerin kişiye özel ve tek bir sahibinin olmasının yanı sıra dijital bir varlık olması sosyal medya gibi dijital platformlarda tüketiciler için çok daha fazla dikkat çekici bir üründür. Geçmiş yıllardaki ünlü ressamların tablolarını satın alan bir nesilden, NFT satın alan bir nesile dönüşen bir yolculuk başlamıştır. NFT'lerin temel teknolojisini oluşturan ve değişen tüketici davranışları kapsamında, insan hayatında sorunları çözen, yeni inovatif teknolojilere öncülük eden asıl teknoloji blockchain teknolojisidir. Blockchain kısaca, kriptografi kullanılarak birbirine bağlanarak güvenli hale getirilen merkezi olmayan kayıt defterleridir.

Blockchain teknolojisiyle günümüzde yapılan ve gelecekte yapılabilecekler;

- Kimlik yönetimi
- Kripto belgeleme ve arşivleme
- Kripto para
- İzlenebilirlik ve varlık takip sistemleri
- Tedarik zinciri
- Oy kullanıma
- Noterde yapılan işlemler; alım-satım ve aracılık hizmetleri
- Kamu daireleri abonelik ve vatandaşlık sistemleri
- Kripto sözleşmeler
- Hisse senetleri ve borsalar
- Para Transferi

Blockchain teknolojisi merkezi olmayan organizasyonların ve sistemlerin gelişmesine öncülük etmektedir. Merkezi olmayan daha şeffaf ve güvenli, kriptolama teknolojileri kullanılarak yapılan bu strateji; para, veri, bilgi, değerli belgeler ve aracılık hizmetleri gibi kişiler ve kurumlar için önemli olan tüm aksiyonlar için geliştirilmiştir. Merkezi olmayan bu sistemler günümüzde dijital cüzdanların hızla iş ve sosyal hayatın içerisine girişini sağlamıştır. Belirli alanlarda, bankalarda ya da hesaplarda bekletilen fiziki-dijital paranın; merkezi olmayan, daha şeffaf, birden fazla platformda veya ürün için kullanılmak üzere dijital cüzdanlar üzerinden hem paranın dolaşım hızı hem de kullanım kolaylığı sağlanmıştır. Dolaysıyla dijital paranın ve yeni ödeme sistemlerinin gelişmesine katkı sağlanmıştır.

Yeni Ödeme Yöntemleri;

- Nakit Paradan Dijital Paraya Geçiş (Elektronik Para)
- Şimdi Al Sonra Öde
- Kredi / Banka Kartları
- Hediye Kartı ve Sanal Kartlar
- Kripto Para Cüzdanı ve E-cüzdan
- Yerel Ödeme Kartı
- İnternet ve Mobil Bankacılık
- Açık ve Servis Bankacılığı
- Ön Ödemeli Kart ve Bakiye Harcama
- Fatura Ödeme
- Finansal Mobil Uygulamalar
- QR Kod İle Alışveriş
- Para Transferi
- Taksit
- Otomatik ve Temassız Ödeme

Yeni ödeme yöntemleri ve elektronik para sistemlerinin çalışması için her geçen gün Ödeme ve Elektronik Para Kuruluşları/Girişimleri sektörde yerini hızla almaktadır. Sosyal alanlarda bu değimi benimseyen tüketicilerin ihtiyaçlarına teknoloji ile cevap verilmesi bankaların bazı işlerinin Fintech şirketlerine geçtiği görünmektedir. Ayrıca istihdam da bu yönde değişmektedir. Dijitalleşen para sistemleri ve paranın kendisinin günümüzdeki diğer bir avantajı ise dijital hesaplarda olan paranın kullanım/harcama öncesi yatırım araçlarına dönüştürülmesidir. İş ve sosyal hayatta finansal teknolojiler kapsamında bir ürün ya da hizmeti üretmenin ve tüketmenin hızının artması dönüşümü benimseyen tüm paydaşlar için yeni gelişmelere de sebep olmuştur. Örneğin yeni dijital ve paylaşım ekonomisi alanlarında araç kiralama ve paylaşma, scooter gibi ekonomik araçların mobil app üzerinden hızla kiralanıp kullanılabilmesi, taksilerde nakit yerine pos cihazları üzerinden ödemelerin alınabilmesi, hatta kredi kartı dışında alışveriş ve yemek kartları ile sosyal hayatta yeni ödeme alışkanlıkları oluşmaktadır. Bu sebeple tüketicilerin satın alma ihtiyaçları teknolojiyle, inovasyonla ve toplumsal dönüşümle değişmektedir.

Satın alma davranışlarını etkileyen temel faktörler;

- Bireysel ihtiyaçlar
- Marka ve kullanıcı yorumu etkisi
- Sosyo-kültürel etkiler
- Psikolojik etkiler
- Ekonomik durum
- Duygusal değişim
- Finansal teknolojik gelişmeler

Dijital dönüşüm son yılların en önemli teknoloji üretme ve tüketme misyonlarının başında gelmektedir. Finans ise toplumların inovasyonla kalkınma paradigmaları paralelinde teknoloji ile yönetilmeye, üretilmeye ve akıllı teknolojiler ile yoğun kullanılan bir alan olup, finansal teknolojilerin doğmasına, gelişmesine ve tüketiciler için dönüşmesine sebep olmaktadır. Ana ödeme aracı nakit paranın yanında şu an en çok kullanılan yöntem kredi kartları, cüzdan ve ön ödemeli kart kullanımı hızla gelişmektedir. Covid-19 pandemisi sonrasında tüm dünyada yaşanan enflasyon sebebiyle cüzdan ya da ön ödemeli kartlar ile uygun fiyatlı satış yapan markaları tercih eden kullanıcılar hızla alışveriş alışkanlıklarını değiştirdiği gözlemlenmektedir. Bu sebeple yukarıdaki yedi temel satın alma davranışın arasında en etkin olan finansal

teknolojik gelişmelerdir. Teknoloji kullanıcılarının yaş ortalaması da bu gelişmeler sebebiyle artmaktadır. Fabrikalarda robotik, otomasyon ve otonom teknolojilerin gelişmesi ve hızla yaygınlaşması, emeklilik yaşlarının 2048 yılına kadar kademeli bir şekilde yükseltilerek 65'e çıkarılması gibi faktörler taksi şoförlerinin yaş ortalamasını 45+ olarak artırmıştır. Günümüzde 45-65 yaş arasındaki taksi şoförleri cep telefonlarından taksi yönetim uygulamalarını kullanarak hızla bu alana uyum sağlamaktadırlar. Süper App'ler günümüzün en popüler teknolojileri arasında yer almaktadır. Yemek, fatura ödeme, para transferi, ulaşım hizmetleri, özellikle ödeme yetenekleriyle birden fazla finansal çözümü kullanıcılarına sunmaktadır. Hem finansal teknolojilerde hem de sosyolojik olarak dönüşen toplumlarda e-ticaret de bu oranda gelişerek ticarete çeşitlilik, zenginlik ve müşteri memnuniyetini sağlamaktadır.

E-ticaret, pazaryerleri, kurye-kargo taşımacılığı ve perakende sektörleri de finansal teknolojiler ile hızla dönüşmek, gelişmek ve büyümektedir. "2021 yılında ödeme yöntemleri bazında toplam e-ticaret hacminin %37'sini 144 milyar TL ile Havale/EFT diğer ödemeler oluştururken, %3'ünü 11 milyar TL ile kapıda ödeme, %60'ını 227 milyar TL ile kartlı işlemler oluşturmaktadır." (Eticaret.gov.tr, 2022) Tüketicilerin temel, zorunlu ve kişiselleştirilmiş alışveriş ihtiyaçlarına cevap veren e-ticaret sektörü; kargo ve kurye hizmetleri, dijital ürünler/hizmetler, kullanıcılara özel abonelik sistemleri, VR/AR teknolojileri ve dijital cüzdanlar başta olmak üzere tüm yeni ödeme sistemleriyle finansal teknolojiler alanında gelişmelere öncülük etmektedir. E-ticaret kavramı tüketiciler için ilk akla her ne kadar alışveriş alışkanlıklarını getirse de; nakitsiz ödeme, donanım bağımsız ödeme, para transferi, fatura ödeme, sigorta, kasko, bakiye yükleme, QR ödeme, ön ödemeli kart harcamaları, şimdi al sonra öde başta olmak üzere tüketicilerin birçok yeni alışveriş alışkanlıklarına çözümler üreten bir platformdur. E-ticaret alanında gerçekleştirilen bu yeni teknolojiler ve tüketici davranışlarındaki değişim, perakende alanlarının da gelişmesine öncülük etmektedir. Gömülü finans teknolojileri, yani geleneksel bankalardan bankacılık ürün ve hizmetlerini alarak, kendi inovatif yeteneklerini yazılım-programlama teknolojileriyle entegre ederek sektöre inovatif çözümler üreten Fintech şirketlerinin kullandığı bir teknoloji yöntemidir. Gömülü finans teknolojileri, e-ticaret ve fiziki alışveriş ortamlarında kullanıcılara yeni ödeme yöntemleri ve yeni alışveriş alışkanlıkları sunarak bankaların birtakım iş alanlarını Fintech girişimlerine geçmesini sağlamıştır. Bankacılık sektörü, dijitalleşme ve dijital dönüşüm gibi teknolojilerin ilk test edilerek kullanıcılar tarafından benimsendiği sektörlerin başında gelmektedir. Bu kapsamda hem finansal teknolojilerin çalıştırılması hem de yaygınlaşması kapsamında Fintech şirketlerinin açılması ve hızla sayılarının artmasına bankacılık sektörü öncülük etmektedir. Bankalar, ürün ve hizmetlerini dışarıya açarak yeni Fintech şirketlerin kurulmasını sağladığı gibi kendisine ait yeni spin-off ya da şirketler kurarak da sektörde büyük bir rol üstlenmektedir.

Sektörler dönüşüyor, teknolojiler gelişiyor, tüketici alışkanlıkları da bu paralelde değişmektedir. Perakende sektöründe donanım ve yazılım teknolojileri alanındaki gelişmelere odaklanan Mobiliva Mobil Bilişim Hizmetleri San. Tic. Ltd. Şti. 2009 yılından günümüze markalaştırdığı ve sektörde %85 pazar payı ile ilgili tüm paydaşları bir araya getirerek gömülü dijital ürün ve finans teknolojisiyle ürün tedarik eden yazılımı OTSPlatform çözümüyle sektörde hizmet vermektedir.

Mobiliva yerinde ar-ge merkezi olup perakende sektöründe OTSPlatform, mesajlaşma sektöründe ise JetSMS markalarıyla faaliyetlerini sürdürmektedir. OTSPlatform; Yazar kasa, Android Pos ve Web API donanımları-yazılımları ile entegre olan bir middleware'dir. Dijital Ürün Kodları, Oyun Kodları, GSM Ürünleri, Finansal Hizmetler ve Ek Garanti olmak üzere beş kategoride dijital ürünler tedarik etmektedir. Perakende sektörünün en etkin yazar kasa yazılım firmaları ile iş ortaklığı yaparak 45 bin yazar kasada, 25 bin zincirinde çalışmaktadır. 2022 yılı sonu itibariyle gıda zincirlerinin yanı sıra giyim sektöründe de lider markalarla finansal hizmetler ve dijital ürün kodları ürünleriyle hizmet vermeye başlamıştır.

OTSPlatform'un yazar kasa donanımlarına kazandırdığı yetenekler, ürünler ve çözümler;

- Dijital Ürün Kodları
- Oyun Kodları
- GSM Operatör Ürünleri
- Ön Ödemeli Kartlara Bakiye Yükleme
- QR Kod İle Kasadan Ödeme
- Fatura Tahsilatı
- Para Transferi

- E-ticaret - Drop Shipping (Uzaktan Satış)
- Ön Ödemeli Kart Dağıtımı ve Merchandising
- Fiziki Satış Noktalarına Kargo Teslim Yönetimi
- JetSMS+ Kasadan İzin Yönetimi (Kampanya Modülü)

OTS (Online Ticketing System), son kullanıcıların bireysel perakende ihtiyaçları, sosyo-kültürel etkiler, diğer kullanıcılardan etkilenen psikolojik durumlar, ekonomik şartlar ve özellikle finansal gömülü teknolojilerin gelişmesi gibi faktörlerle iş-yaşam dengesi misyonuyla ürün ve hizmetler üretmektedir. OTS, perakende donanım ve yazılım firmalarıyla iş ortaklığı yaparak tüm perakende sektörüne özel bir ekosistem inşa etmiştir. Bu perakende ekosistemini değişen tüketici davranışları için orkestre ederek inovasyonla belirlenmiş stratejilerle misyonuna devam edecektir.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Toplumların karakteristik özellikleri ve misyonlarını başarma stratejileri toplumun entelektüel sermayelerine ve nitelikli genç nüfusuna bağlıdır. Bu sebeple nitelikli insan kaynağına yatırım yaparak entelektüel sermaye ve beceriler desteklenmelidir. Toplumların yaşam kalitesini artırmak ve üretim-tüketim becerilerini iyileştirmek kapsamında yazılım ve programlama teknolojileri büyük bir öneme sahiptir. Mobiliva, %100 Türk Sermayesi ile kurulmuştur. Mobiliva ve sektöre çözümler üreten Türk Yazılım Mühendisleriyle küresel olarak üretim ekonomisi ve sosyal hayatımızda hiç olmadığı kadar büyük bir devrimin bir parçası olarak perakende sektörüne özel çözümler sunmaktadırlar.

Mobiliva'nın perakende sektörü ve topluma katkı sunma misyonu ve ilkeler;

- Siber ve fiziki dünyanın birlikte uyum içinde devamlılığını sağlamak
- Akıllı ve yeni nesil perakende ürünlerini toplum refahı için geliştirmek
- İş Ortaklığı modeliyle tüm paydaşlarının yetenekleriyle inovasyondan güç almak
- Donanım ve yazılımları güçlü kodlama yetenekleriyle birleştirerek son kullanıcıya kişiselleştirilmiş ürün ve hizmetler sunmak.

Mobiliva yukarıdaki ilkeleriyle birlikte gerçekleşen ve devam eden toplumsal ve perakende dönüşümü kapsamında mühendislik, teknoloji, inovasyon ve girişimcilik değerlerinin birlikte çalışmasıyla üretilen katma değerli fikirlerin, teknolojilerin ve akademik çalışmalarla desteklenmesiyle de toplumlardaki değişimi hızlandırma amacıyla çalışmaktadır.

KAYNAKLAR

Eticaret.gov.tr. Elektronik Ticaret Bilgi Sistemi (Etbis) 2021 Yılı Verileri. https://www.eticaret.gov.tr/dnnqthgzvawtdxraybsaacxtymawm/content/FileManager/Dosyalar/2021%20Y%C4%B1l%C4%B1%20E-Ticaret%20B%C3%BClteni.pdf [16.11.2022]

Isaacson, W. (2017). Geleceği Keşfedenler. Domingo, s. 67-68.

Mattone, J., & Vaidya, N. (2019). Kültürel Dönüşüm. Sola Unitas, s. 45-46.

Wikipedia. İnternet. https://tr.wikipedia.org/wiki/%C4%B0nternet [16.11.2022]

➢ *ORAL PRESENTATION*

The Effect of Molecular Structure and Reorganization Energy on the Charge Transport Properties of the Pyrazole Molecules

Gül Yakalı [1*] (*https://orcid.org/0000-0002-0015-5948*), Abdullah Biçer[2] (*https://orcid.org/0000-0003-4648-1834*), Günseli Turgut Cin[3] (*https://orcid.org/0000-0001-9658-8344*)

[*1]Izmir Katip Çelebi University, Faculty of Engineering, Department of Engineering Sciences, İzmir, Turkey.
[2] Bilecik Şeyh Edebali University, Scientific Research Projects Coordinatorship, Bilecik, Turkey.
[3] Akdeniz University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Antalya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: gul.yakali@ikcu.edu.tr

Abstract

Pyrazole derivatives have noteworthy attention in optoelectronic field since they demonstrate distinctive properties in semiconducting devices such as organic light emitting diodes (OLEDs), nonlinear optical (NLO) and solar cells. organic field effect transistors (OFETs). Therefore, to investigate the charge transport properties of the molecules, we utilised the information of 3D molecular structure of the molecules and their reorganization energies by considering the crystallographic studies and quantum chemical calculation methods. According to our results, we found that our molecules can be used for p-type semiconducting materials with the high charge transport rate and they ensure the good method to create new pyrazole molecules for high device performance. in optoelectronic field.

Keywords: Crystallography, reorganization energy, 3D molecular structure.

INTRODUCTION

Organic semiconductors are best canditate materials for organic field-effect transistors (OFETs), organic light-emitting diodes (OLEDs), and organic photovoltaic cells (OPVCs) since they have enormous properties such as mechanical flexibility, light weight, bulk chemical synthesis and low-cost organic electronic devices [1–4]. Ability to adjust the properties of the organic semiconductors including mostly π-conjugated molecules through the chemical tailoring of the molecular structure is their most important advantage for application of the optoelectronic devices[5–8].

In this study, pyrazole derivatives which have noteworthy attention in optoelectronic field since they demonstrate distinctive properties in semiconducting devices were investigated in terms of the charge transport feature by using the crystallographic data including the charge pathway channels of the molecules in solid phase and quantum chemical calculations including the claculation of reorganization energy. Pyrazole derivatives generally have been used as hole transport materials. We have found that, our pyrazole molecules show hole tranport properties with the lower reorganization energy than that of similar molecules in literature. According to our results, we found that our molecules can be used for p-type semiconducting materials with the high charge transport rate and they ensure the good method to create new pyrazole molecules for high device performance. in optoelectronic field.

MATERIALS AND METHODS

Theoretical Studies

The pyrazole molecules were optimized in neutral and charged states and calculated hole and electron reorganization energies of the molecules through Density Functionality Theory in the Gaussian software.

Crystallography

Single crystal structures of the pyrazole derivatives were determined by Rigaku Oxford XCalibur diffractometer including EOS CCD detector with MoK_α radiation (λ = 0.7107 Å) at room temperature, Structure solution and refinement process for both compounds were analysed by considering direct methods with SHELXT and SHELXL respectively in OLEX2 software [9-10].

Table 1. Crystallographic details for the molecules.

Name	AB1	AB2
Empirical formula	$C_{11}H_{10}Br_2N_2$	$C_{11}H_8Br_2N_4O_4$
Formula weight	330.03	420.02
Temperature (K)	297(2)	296(2)
Crystal system	monoclinic	triclinic
Space group	C2/c	P-1
Unit cell dimensions *a* (Å) *b* (Å) *c* (Å) *α*(⁰) *β* (⁰) $\gamma(^0)$	 16.0133(18) 7.4213(12) 19.871(3) 90 93.484(12) 90	 8.4425(7) 9.9723(8) 10.2733(14) 64.960(10) 66.421(10) 82.487(7)
Volume/(Å^3)	2357.1(6)	717.43(15)
Z	8	2
D_{calc} (g/cm^{-3})	1.860	1.9442
Absorption coefficient (mm^{-1})	6.846	5.670
F (000)	1280.0	407.1
Crystal size (mm)	0.267 × 0.121 × 0.059	0.357 × 0.211 × 0.129
h ranges	-13→18	-10→9
k range	-8→8	-12→12
l range	-23→21	-10→12
Reflections collected/unique	3705/2079	4241/2700
Data / restrains / parameters	2079/0/137	2700/0/191
Goodness of fit on F^2	0.962	1.061
Final *R* indices [$I > 2\sigma(I)$]	R_1 = 0.0576 wR_2 = 0.1058	R_1 = 0.0496 wR_2 = 0.0774
R indices (all data)	R_1 = 0.1459 wR_2 = 0.1375	R_1 = 0.0931 wR_2 = 0.0938
Largest difference peak and hole (e Å^{-3})	0.47/-0.50	0.74/-0.85

RESULTS and DISCUSSION

The single x-ray diffraction analysis (SCXRD) was performed to analyze charge transport properties of the pyrazole molecules by utilising their 3D molecular structures and packing arrangements in solid phase. Thermal ellipsoid views of the both molecules are presented in Figure 1.

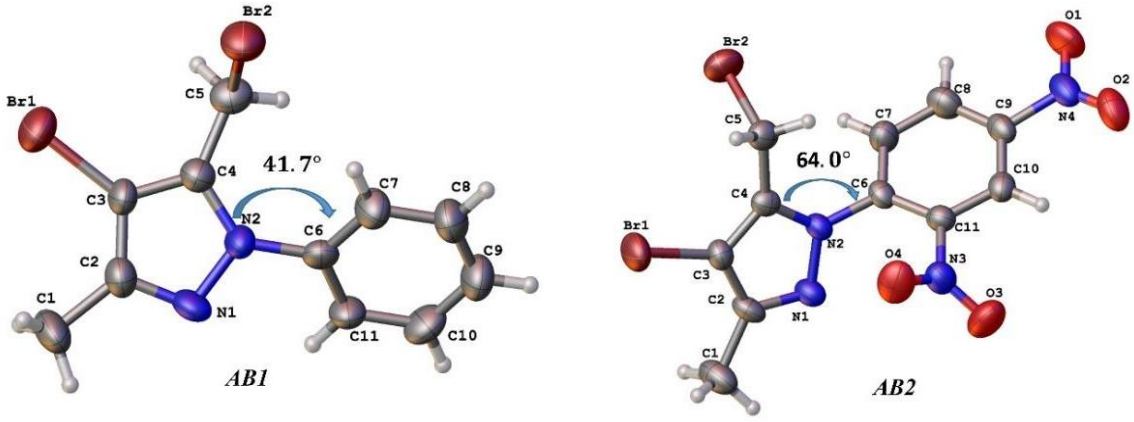


Figure 1. The thermal ellipsoids views of the molecules with 50% possibility.

The reorganization energies of the molecules are given in the Table 2.

Table 2. The value of reorganization energies determining the charge transfer property of the molecules.

Molecule	λ_{hole} (eV)	$\lambda_{electron}$ (eV)
AB1	0.44	0.48
AB2	0.26	0.34

The reorganization energy for hole of **AB1** and **AB2** are 0.44 eV and 0.26 eV, respectively, The higher reorganization energy is confirmed by a larger geometrical relaxation with respect to the neutral geometry (Table 4 and Table 5). The calculated results show that the incorporation of the NO_2 groups result in different charge transport property because of discrepancy between the reorganization energies for both compounds.
For the investigated molecules, the hole reorganization energies is smaller than those of electron since the bond-length changes upon reduction are significantly larger than those upon oxidation. In addition, the outcomes obtained from the calculation of the hole and electron reorganization energies of the molecules listed in Table 2 confirm this result. According to Marcus Electron Theory, low reorganization energy is desired property for high charge transport rate. As a result, it can be said that both compounds have hole transport property rather than electron.

CONCLUSION

The crystallographic study and quantum chemical calculations were applied to predict the charge transport property of the molecules. According to results, the hole reorganization energies of the molecules are smaller than that of electron indicating that they can be used as *p*-type semiconductors. Since AB2 exhibits lower hole reogranization energy than that of AB1, the charge transfer rate can be predicted high for AB2. Therefore, both molecules are suggested to be quite suitable for p type semiconducting materials with small reorganization energy and preferred stacking modes in solid phase.

ACKNOWLEDGEMENTS
This work was completed at Akdeniz University and Dokuz Eylül University. The author acknowledges Scientific Research Projects Coordination Unit of Akdeniz University (Project Number FDK-2016-1541), Dokuz Eylül University for the use of the Agilent Xcalibur Eos diffractometer (purchased under University Research Grant No: 2010.KB.FEN.13) and Assoc. Prof. Muhittin Aygün for his technical support in theoretical calculations.

REFERENCES

1. Carmen Ruiz Delgado M, Kim EG, Da Silva Filho DA, Bredas JL (2010) Tuning the charge-transport parameters of perylene diimide single crystals via end and/or core functionalization: A density functional theory investigation. Journal of the American Chemical Society 132:3375–3387.

2. Dolomanov O V., Bourhis LJ, Gildea RJ, et al (2009) OLEX2: A complete structure solution, refinement and analysis program. Journal of Applied Crystallography 42:339–341.

3. Gelinck G, Heremans P, Nomoto K, Anthopoulos TD (2010) Organic transistors in optical displays and microelectronic applications. Advanced Materials 22:3778–3798.

4. Jean R (2009) Molecular bulk heterojunctions: An emerging approach to organic solar cells. Accounts of Chemical Research 42:1719–1730.

5. Kuo CH, Huang DC, Peng WT, et al (2014) Substituent effect on the crystal packing and electronic coupling of tetrabenzocoronenes: A structure-property correlation. Journal of Materials Chemistry C 2:3928–3935.

6. Li Y, Guo Q, Li Z, et al (2010) Solution processable D - A small molecules for bulk-heterojunction solar cells. Energy and Environmental Science 3:1427–1436.

7. Liu J, Walker B, Tamayo A, et al (2013) Effects of heteroatom substitutions on the crystal structure, film formation, and optoelectronic properties of diketopyrrolopyrrole-based materials. Advanced Functional Materials 23:47–56.

8. Muccini M, Nazionale C (2006) PROGRESS ARTICLE A bright future for organic fi eld-effect transistors. Group 605–613

9. Murphy AR, Fréchet JMJ (2007) Organic semiconducting oligomers for use in thin film transistors. Chemical Reviews 107:1066–1096.

10. Sheldrick GM (2015) Crystal structure refinement with SHELXL. Acta Crystallographica Section C: Structural Chemistry 71:3–8.

11. Sheldrick GM (2015) SHELXT - Integrated space-group and crystal-structure determination. Acta Crystallographica Section A: Foundations of Crystallography 71:3–8.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Yerli olarak geliştirilmiş sıcak şekillendirme kalıbı ile üretilen sac parçanın özelliklerinin incelenmesi

Ahmet Oğuzhan YİĞİT[1*], Şükran Dilan KUTLUKIZ[1], Rabia Şevval AKAN[2] *(ORCID: 0000-0003-3622-632X)*, Muhammet ULUDAĞ[2]

[1]Pruva Automotive, Bursa, Türkiye
[2]Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği, Bursa, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: oguzhan.yigit@pruvaautomotive.com

Özet
Otomotiv sektöründe araç ağırlığının azaltılması ve yakıt tasarrufu gibi konular gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu doğrultuda yeni sac ve sac metal şekillendirme teknolojilerinde yeni çözümler araştırılmaktadır. Sıcak şekillendirme yönteminin bu alanda ihtiyacı karşılayacak bir yöntem olduğu söylenebilmektedir. Sıcak şekillendirme yönteminde kullanılan kalıplar yurt dışından ithal edilmektedir. Çalışma kapsamında sıcak şekillendirme kalıplarının yurt içinde üretilebilirliğinin sağlanması amacıyla kalıp tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan kalıp ile üretimi gerçekleştirilen saclar üzerinde incelemeler yapılmıştır. Form verilmiş sac metal parçalara çekme ve mikrosertlik testleri uygulanmıştır. Ek olarak mikroyapı incelemeleri de gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelenmiş ve standart değerler ile karşılaştırılmıştır. Üretimi gerçekleştirilen kalıp ile meydana getirilen parçaların mekanik durumu incelenmiş ve uygunluğu kontrol edilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Sıcak Şekillendirme, Mekanik Özellikler, Mikroyapı, Çelik Alaşımları,

Investigation of the properties of the sheet metal produced with the domestically developed hot forming die

Abstract
In the automotive industry, issues such as reducing vehicle weight and saving fuel are gaining importance day by day. In this direction, new solutions are being researched in new sheet and sheet metal forming technologies. It can be said that the hot forming method is a method that will meet the needs in this field. The dies used in the hot forming method are imported from abroad. Within the scope of the study, die design was carried out in order to ensure the domestic production of hot forming dies. Investigations were made on the sheets produced with the designed die. Tensile and microhardness tests were applied to the formed sheet metal parts. In addition, microstructure studies were also carried out. Obtained results were analyzed and compared with standard values. The mechanical condition of the parts produced with the die produced was examined and their suitability was checked.
Keywords: Hot Forming, Mechanical Properties, Microstructure, Steel Alloys

GİRİŞ

Günümüzde araç ağırlıklarının azaltılması, güvenilirliğin arttırılması ve çevreye verilen zararın minimumda tutulması otomotiv sektöründe önem arz etmektedir. Hedeflere ulaşma yolunda ise daha kolay ve uygun maliyetli yöntemlerin kullanılması beklenmektedir. Otomotiv sektöründe kullanıcı taleplerinin karşılanması amacıyla uygulanan işlemler araç ağırlıklarının artmasına neden olmaktadır. Ağırlıkta meydana gelen artış doğru orantılı olarak yakıt tüketimini arttırmakta ve böylece çevreye zarar verilmektedir. Bu doğrultuda otomotiv endüstrisinde yeni arayışlar bulunmaktadır (Eşiyok, 2015). Üretim sürecinde kullanılan kalıplarda meydana getirilen yenilikler, yeni gelişmelerin gerçeğe dönüşmesindeki en temel adım olarak düşünülebilmektedir. Bu nedenle sac metal şekillendirme teknolojilerinde araştırmalar yapılmaktadır. Yüksek mukavemetli çelikler ile sıcak şekillendirme yönteminin kullanılması, parçaların yüksek dayanımlı ve hafif olarak üretilebilmesi açısından tercih edilmektedir (Görgülüarslan & Güler, 2015).

İstenilen özelliklerin sağlanması amacıyla yüksek mukavemetli çelikler kullanılmaktadır. Ancak, bu kullanım geri yaylanma (springback) gibi üretimde önemli problemleri beraberinde getirmektedir (Turetta, Bruschi, & Ghiotti, 2006). Kalıp üreticilerinin karşılaştığı en önemli problemlerden biri geri yaylanma olarak bilinmektedir. Bu doğrultuda kalıp imalatçıları alternatif arayışlar içerisine girmiştir. Sıcak

şekillendirme ihtiyacı karşılayacak bir yöntem olarak otomotiv sektöründe sıklıkla tercih edilmektedir (Eşiyok, 2015; Turetta et al., 2006).

Sıcak şekil verme yöntemi malzemeyi belirli bir sıcaklık üzerine ısıtma ve hızlıca soğutulma adımlarını kapsamaktadır. Proseste sac metal ilk olarak östenitleşme sıcaklığının üzerinde bir sıcaklığa ısıtılmaktadır. Ardından, kalıp içerisinde şekil verme işlemi gerçekleştirilmektedir. Aynı anda martenzit yapı elde edilmesi amacıyla sac metal hızlı bir şekilde soğutulmaktadır. Sıcak şekillendirme işleminde soğuk şekillendirmeden farklı olarak, malzemenin yüksek sıcaklıklardaki davranışı hakkında bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum üretimde kullanılacak kalıp için de geçerli olmaktadır (Görgülüarslan & Güler, 2015; Lee, Kim, & Han, 2009; Li & Luo, 2021).

Sıcak şekillendirme kalıplarının aşınmaya karşı dayanım, yüksek tokluk, homojen sertleşebilme kabiliyeti, yüksek sıcaklıklara dayanım, ısıl gerilmelerden kaynaklanan yorulmaya karşı yüksek dayanıklılık gibi özelliklere sahip olması gerekmektedir (Abachi, Akkök, & Gökler, 2010; Üllen & Baba, 2020). Soğuk şekillendirme kalıpları ile kıyaslandığında daha karmaşık bir yapıya sahip olan sıcak şekillendirme kalıpları yüksek termal yük altında çalışmakta ve parça malzeme özellikleri kalıp ile sağlanmaktadır (Eşiyok, 2015). Bu durum kullanılan kalıbın üretim üzerindeki önemini göstermektedir.

Bu çalışmada sıcak şekillendirme prosesi için üretilen kalıp kullanımı ile elde edilen ürün incelenmiştir. Sıcak şekillendirme kalıpları genellikle yurt dışından alınmaktadır. Çalışma ile kalıbın üretilebilirliği araştırılmıştır. Kalıptan elde edilen sac metalin mekanik özellikleri standarttaki özellikleri ile kıyaslanmıştır. Böylece üretilen kalıp ile standarttaki değerlerin yakalanıp yakalanamadığı ortaya koyulmuştur.

MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında sıcak şekillendirme işlemi modelleri, analizler ve uygulamalar konusunda yapılan çalışmalarda kullanılan yöntemler, model tanımlamaları, parametreleri incelenmiştir. Tasarım ve analiz çalışmaları kapsamında model oluşturma, simülasyon ve tasarım doğrulama değerlendirmeleri ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Fırın sıcaklık değerleri, fırında kalma süresi, fırın çıkışında parça transfer süresi, parçanın kalıba giriş sıcaklığı, deformasyon süresi, kalıp yüzey sıcaklığı, soğutma suyu sıcaklığı, soğuma zamanı (cooling time), parçanın kalıptan çıkış sıcaklığı gibi sıcak şekillendirme proses parametreleri ve parametrelerin etkileri incelenmiş sıcak şekillendirme süreci tanımlamaları ve model oluşturma çalışmaları yapılmıştır. Optimum proses değerlerinin elde edilmesi için tasarım optimizasyon modeli belirlenmiştir. Belirlenen proses yapısına uygun yüzey modellemesi gerçekleştirilmiştir. Simülasyon çalışmasına uygun tasarımlar yapılmaktadır. Amaç 3 boyutlu tasarım ortamında kalıptan çıkacak sacı görmektir. Yapılan simülasyonlar ve yüzey çalışmaları sonucunda, kalıpta kullanılabilmesi için yüzey çalışmaları gerçekleştirilmiş, kalıp tasarımında kullanılmıştır.

Kalıbı üretilecek parçanın şekillendirilebilirlik analizleri (simülasyon) gerçekleştirilmiştir. Kalıp çeliklerinde olması gereken soğutma kanallarının çapları, birbirleri ve kalıp çelikleri ile parça formuna bağlı mesafeleri ilgili bilgisayar destekli mühendislik yazılımları yardımıyla simülasyonu gerçekleştirilmiş ve deneysel tasarım çalışmaları uygulanmıştır. Sıcak şekillendirme çalışmasında sac malzeme olarak, fırınlanmaya ve soğutmaya dayanıklı SCHG20B-45 kullanılmıştır. İmal edilecek kalıbın içerisine, özel fırınlarda ısıtılmış sac girişi yapılmaktadır. Sac fırında yaklaşık 600 derece ısıtılmaktadır. Bu doğrultuda simülasyon çalışmaları ısıtılmış saca göre yapılmıştır. Simülasyon sonucuna göre gerekli raporlamalar yapılarak parçanın uygunluğu teyit edilmiştir.

Kalıp tasarımı öncesinde uygun pres tipi ve kalıpta kullanılacak olan özel malzemelerin seçimi gerçekleştirilmiştir. Kalıp tasarımında sıcaklık ve soğumaya uygun çelik malzeme kullanılmıştır. Kalıp tasarımında ısıtılmış sacın soğutulması amacıyla kalıp üzerinde mevcut olan yapıları soğutmak amacıyla kalıpta su dolaşımı sağlanmalıdır. Bu doğrultuda soğutma sisteminin tasarımı da gerçekleştirilmiştir. Kalıp yapısı oluşturulurken tek proseste iki operasyon uygulanabilmesi için özel yapılar uygulanmıştır. Şekil 1'de sıcak şekillendirme kalıbı için üretilmiş örnek kalıp görseli bulunmaktadır.

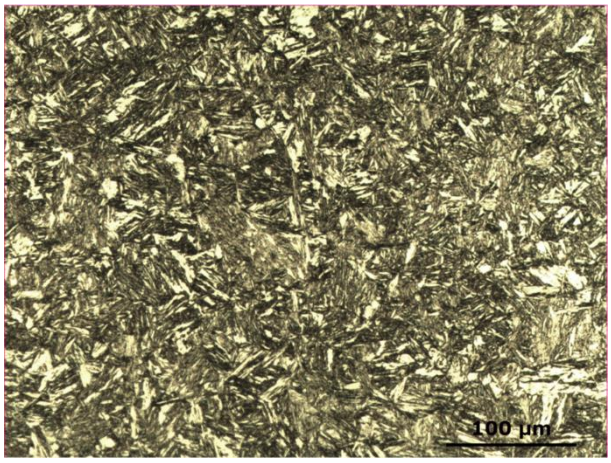


Şekil 1. Sıcak şekillendirme kalıbı için üretilmiş kalıp görseli

Çalışma kapsamında sıcak şekillendirme kalıbı ile üretimi gerçekleştirilen parçaya çekme ve mikrosertlik testleri uygulanmıştır. Ek olarak parçanın mikroyapı analizi gerçekleştirilmiştir. Çekme test numuneleri ISO 6892-1 standardına göre hazırlanmıştır. Elde edilen numunelere mikrosertlik testi uygulanmıştır. Mikroyapı analizi için numune metalografik numune hazırlama proseslerine tabi tutulmuştur. Yüzeyin temizlenmesi amacıyla farklı grit kağıtlar kullanılarak zımparalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından elmas süspansiyon kullanılarak parlatma işlemi yapılmıştır. Mikroyapı görüntülerinin alınabilmesi amacıyla %3'lük nital dağlama ajanı ile dağlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından görüntü analiz programı kullanılarak farklı büyütmelerde mikroyapı görüntüleri alınmıştır. Elde edilen tüm veriler değerlendirilmiş ve bilimsel olarak yorumlanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Gerçekleştirilen çalışma sonucunda tasarımı yapılan sıcak şekillendirme kalıbı ile form verilmiş sac metal parçasına çekme, mikrosertlik testleri ve mikroyapı analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan test ve analizler sonucunda elde edilen sonuçlar bulgular ve tartışma kısmında incelenmektedir. Şekil 2'de form verilmiş parçanın mikroyapı görüntüsü verilmektedir.



Şekil 2. Çalışma kapsamında üretilen kalıp ile şekillendirilmiş sac metal parçasının mikroyapı görüntüsü

Çalışmada tasarlanan kalıp ile şekillendirilen Mangan-Bor çeliği üzerine incelemeler yapılmıştır. Sıcak şekillendirme işlemi için tipik olarak tercih edilen bu alaşımlar su verilmiş ve temperlenmiş çelikler olarak

bilinmektedir (Thyssenkrupp, 2022). Ferritik-perlitik bir yapı sergileyen alaşımlar süreç içerisinde tamamen martenzitik bir yapıya dönüşmektedir (Flachstahl, 2022; Thyssenkrupp, 2022). Şekil 2'de form verilmiş parçanın mikroyapı görüntüsü verilmektedir. Mikroyapı incelendiğinde literatürde bahsedildiği gibi martenzitik bir yapı görülmektedir. Bu yapı sayesinde yüksek mekanik özellikler sağlanabilmektedir. Çalışma kapsamında elde edilen mekanik sonuçlar incelendiğinde bu durumu doğrulayan yüksek mekanik özelliklerin sağlandığı görülmektedir.

Tablo 1. Sac Metal Parçanın Mekanik Test Sonuçları

Çekme Mukavemeti (MPa)	1412,52
Akma Mukavemeti (MPa)	1122,44
%Uzama	4,17
Mikrosertlik (HV)	465,20

Tasarımı gerçekleştirilmiş kalıp ile üretilen sac metal parçadan alınan numunelere mekanik testler uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 1'de gösterilmektedir. Kullanılan malzemenin standarttaki mekanik özellikleri incelendiğinde sıcak şekillendirme öncesinde çekme mukavemeti değerinin 500-700 MPa arasında değiştiği görülmektedir. Akma mukavemeti değeri ise 300-550 MPa arasında değişim göstermektedir (Docol, 2022; Flachstahl, 2022). Literatürde yapılan çalışmalarda sıcak şekillendirme sonrasında mukavemet değerlerinin yükseldiği bildirilmektedir (Çavuşoğlu et al., 2020; GÜLER, 2013). Gerçekleştirilen çalışma sonucunda da literatür ile uyumlu bir şekilde yüksek değerlerde mukavemet değerleri elde edilmiştir. Güler (GÜLER, 2013) gerçekleştirdiği bir çalışmada Usibor 1500 çeliğinin sıcak şekillendirme işlemi sonrasında çekme dayanımının 1485 MPa olduğunu, sertlik değerinin 492 HV olduğunu bildirmiştir. Yapılan çalışma ile yakın değerler elde edilmiştir. Bu durum tasarımı gerçekleştirilen kalıp ile üretilen parçaların literatür ile uyumlu özellikler sergilediğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Çalışma kapsamında sıcak şekillendirme kalıbının tasarımı gerçekleştirilmiş ve tasarlanan kalıp ile üretilen sac parçadan numuneler alınarak test ve analizler uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde;

- Mikroyapı analizi sonucunda sıcak şekillendirme öncesi ferritik+perlitik bir yapıya sahip olan çeliğin sıcak şekillendirme sonrası martenzit bir yapı sergilediği ortaya koyulmuştur.

- Mekanik değerlere bakıldığında yüksek dayanımlar sergilediği gösterilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda değerlerin literatür ile uyumlu olduğu görülmüştür.

- Tasarımı yapılan kalıbın kullanılması ile elde edilen sac metal özelliklerinin literatür ile uyumlu olması doğrultusunda tasarımın doğruluğu ortaya koyulmuştur.

- Sıcak şekillendirme kalıpları genellikle ithal edilmektedir. Çalışma sonucunda yerli olarak bu kalıbın üretilebileceği anlaşılmıştır.

KAYNAKLAR

Abachi, S., Akkök, M., & Gökler, M. İ. (2010). Wear analysis of hot forging dies. *Tribology International, 43*(1-2), 467-473.

Çavuşoğlu, O., Çavuşoğlu, O., Yılmazoğlu, A. G., Üzel, U., Aydın, H., & Güral, A. (2020). Microstructural features and mechanical properties of 22MnB5 hot stamping steel in different heat treatment conditions. *Journal of Materials Research and Technology, 9*(5), 10901-10908.

Docol. (2022). Docol PHS 1500 Press Hardening. Retrieved from https://www.ssab.com/tr-tr/markalar-ve-urunler/docol/otomotiv-celigi-snflar/press-hardening-steel/docol-phs-1500

Eşiyok, F. (2015). *Türk Otomotiv Endüstrisinde Sıcak Sekillendirilebilirlik kalıp Tasarımı Yeteneğinin Geliştirilmesi.* Bursa Uludag University (Turkey).

Flachstahl, S. (2022). 22MnB5 Boronalloyed quenched and tempered steel. Retrieved from https://www.salzgitter-flachstahl.de/fileadmin/mediadb/szfg/informationsmaterial/produktinformationen/warmgewalzte_produkte/eng/22mnb5.pdf

Görgülüarslan, R. M., & Güler, M. A. (2015). OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE KULLANILAN SICAK ŞEKİLLENDİRME TEKNİĞİNİN İNCELENMESİ. *Mühendis ve Makina, 56*(660), 41-51.

GÜLER, H. (2013). Investigation of usibor 1500 formability in a hot forming operation. *Materials Science*, *19*(2), 144-146.

Lee, M.-G., Kim, S.-J., & Han, H. N. (2009). Finite element investigations for the role of transformation plasticity on springback in hot press forming process. *Computational Materials Science, 47*(2), 556-567.

Li, S.-s., & Luo, H.-w. (2021). Medium-Mn steels for hot forming application in the automotive industry. *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials*, *28*(5), 741-753.

Thyssenkrupp. (2022). MBW – Manganese-boron steel for hot forming. Retrieved from https://www.thyssenkrupp-steel.com/en/products/sheet-coated-products/manganese-boron-steel-for-hot-forming/mbw-manganese-boron-steel-for-hot-forming/

Turetta, A., Bruschi, S., & Ghiotti, A. (2006). Investigation of 22MnB5 formability in hot stamping operations. *Journal of Materials Processing Technology, 177*(1-3), 396-400.

Üllen, N. B., & Baba, G. (2020). *Çeşitli sıcak dövme kalıplarının hasar mekanizmalarının incelenmesi.* Paper presented at the 2nd International Eurasian Conference On Science, Engineering And Technology, Ocak.

➢ *ORAL PRESENTATION*

K Bant Frekans Modülasyonlu Sürekli Dalga Radarı Tasarımı ve Gerçeklenmesi

Abdulkadir G. Küçükoğlu [1*] (*ORCID:* 0000-0001-6694-4184), Dr. Öğr. Üyesi Ramazan Yeniçeri [2] (*ORCID:* 0000-0001-8343-6157)

[*1]İstanbul Teknik Üniversitesi, Havacılık Enstitüsü, Savunma Teknolojileri, Ankara, Türkiye
[2] İstanbul Teknik Üniversitesi, Havacılık Enstitüsü, Savunma Teknolojileri, İstanbul, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: kucukoglua@itu.edu.tr

Özet

Bu çalışmada K bant frekans modülasyonlu sürekli dalga (FMSD) radarı detaylı olarak analiz edilerek modellenmekte ve gerçeklenmektedir. RF ön uç benzetimleri için AWR Microwave Office programı Visual System Simulation (VSS) benzetim aracı kullanılmaktadır. Bu program ile faz kilitli döngü (ing. Phase Lock Loop), voltaj kontrollü osilatör (ing. Voltage Controlled Oscillator) blokları; güç yükseltici ve düşük gürültülü yükselteçi; alçak geçiren ve bant geçiren filtreleri; verici ve alıcı antenleri; iletim kanalı; mikser; temel bant filtre ve ayarlanabilir kazanç yükselteç; analog sayısal dönüştürücü (ing. ADC) ve hızlı Fourier dönüşüm (ing. FFT) modellenmektedir.

K bantta tasarlanan donanımda temel FMSD radar blokları; voltaj kontrollü osilatör içeren mikser entegresi baz alınarak, alçak geçiren ve bant geçiren filtreler, anten, güç bölücü, analog filtre ve yükselteçler tasarlanmaktadır.

C bantta faz kilitli döngü, düşük gürültülü yükselteç, mikser, güç bölücü, ayarlanabilir kazanç kontrollü yükselteç geliştirme kartları ve anten kullanılarak; alçak geçiren ve bant geçiren filtreler tasarlanarak FMSD radar sistemi oluşturulmaktadır. Kurulan sistem kullanılarak FMSD radarın tarama periyodu, faz gürültüsü, harmonik şiddeti, jammer, doppler etkisi parametrelerinin radar performansına etkileri incelenmektedir. FPGA ve ADC kullanılarak radar sinyal işleme algoritmasının geliştirilmesi için test verileri toplanmaktadır. Toplanan veriler MATLAB ortamında işlenerek mesafe ve hız hesaplamaları yapılmaktadır.

Radar sinyal işleme algoritması sınırlı vuru yanıtı (ing. FIR) bant geçiren filtre, pencereleme, FFT, sabit yanlış alarm oranı (ing. CFAR) detektörü, hareketli ortalama (ing. moving average) mesafe ve hız hesaplama algoritmalarını içermektedir.

Anahtar Kelimeler: FMSD radar, mesafe ölçümü, sistem benzetimi.

K Band Frequency Modulated Continuous Wave Radar Design and Implementation

Abstract

In this work, K band frequency modulated continuous wave (FMCW) radar is designed and implemented in detail. The Visual System Simulation tool of AWR Microwave Office program is used for RF front-end simulation. With use of this program, these blocks are modeled phase lock loop, voltage controlled oscillator, amplifier, low noise amplifier, low pass filter, band pass filter, transmitter antenna, receiver antenna, channel, mixer, baseband filter, variable gain amplifier, analog to digital converter, and fast fourier transform.

The hardware designed in K band contains basic FMCW radar blocks which are a mixer integrated circuit with voltage controlled oscillator, and designed units that are low pass filter, band pass filter, antenna, power divider, analog filter and amplifier.

The FMCW radar system built in C band contains phase lock loop, low noise amplifier, mixer, power divider, variable gain amplifier boards, antenna, low pass filter, and band pass filter. The parameters that are sweep period, phase noise, harmonic level, jammer, and doppler shift are analyzed with use of the system. Test data are gathered using FPGA, and ADC for developing radar signal processing algorithms. Range and velocity are calculated with processing the data at MATLAB.

Radar signal processing algorithms contain finite impulse response band pass filter, windowing, constant false alarm rate detector, moving average filter, range and velocity calculation algorithms.

Keywords: FMCW radar, range mesarument, system simulation.

GİRİŞ

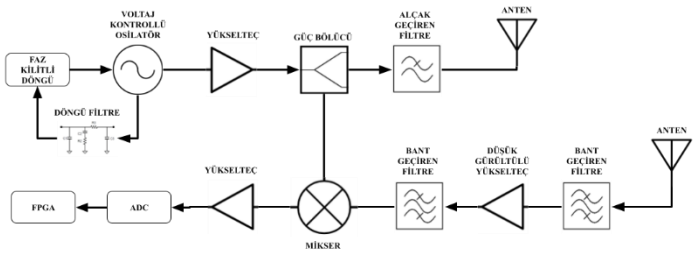
Radar, hedeflerin mesafeleri ve hızlarını radyo dalgaları kullanarak ölçen bir cihazdır. Elektromanyetik dalga kullandığı için sis, yağmur, kar gibi çeşitli hava şartlarında gece ve gündüz ölçüm yapabilmektedir. Temel çalışma yöntemi vericiden gönderilen sinyal boşlukta yayılarak hedeften yansır ve geri döner, alıcıya gelen sinyalden hedefin mesafesi ve hızı ölçülür (Skolnik, 1962).

Radar sistemleri son yılların popüler araştırma konusudur. İlk zamanlarında radar sistemleri büyük ve pahalı olmalarından dolayı sadece askeri uygulamalarda kullanılabilirdi. Ancak son yıllardaki entegre devre teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde radar sistemleri, baskı devre kartı ve entegre devre seviyesinde uygulanabilmektedir. Voltaj kontrollü osilatör, faz kilitli döngü gibi temel bloklar ayrık devreler olarak kullanılmak yerine hepsi içinde radar alıcı-verici entegresi olarak kullanılabilmektedir. K bant ve W bant, Avrupa Telekomünikasyon Standartları Enstitüsü tarafından kullanıma açılması ile birlikte K ve W bantlara çıkan çalışma bantları sayesinde radar sistemleri daha küçük, hassas ve yüksek çözünürlükte olabilmektedir. Bu gelişmeler radar sistemlerinin ticari uygulamalardaki kullanımını arttırmaktadır. Başlıca otomotiv, endüstri ve tıp olmak üzere birçok alanda kullanılan radar sistemleri; kamera, lazer, kızılötesi gibi alternatif teknolojilere göre önemli avantajları vardır (Jankiraman, 2018).

Maliyet etkin ve yaygınca kullanılan frekans modülasyonlu sürekli dalga radarı entegreleri, uzman mühendisler tarafından donanımsal limitlerin ötesinde kullanılmak istenmektedir. Sayısal sinyal işleme bloğu veya mikrokontrolcü bloğunun paralel sinyal işleme yapamaması kaynaklı ölçümdeki gecikme, yetersiz tarama periyodu ve yetersiz FFT çözünürlüğü gibi donanımsal kısıtlamalardan dolayı mesafe ve hız ölçümlerinde belirsizlikler oluşmaktadır. Bu belirsizlikler hız arttıkça daha fazla olmaktadır. Bu çalışmada kötü hava şartlarında ve yüksek hızlarda düşük hata payı ile mesafe ölçümü yapabilmek için K bant donanım tasarımı ve FPGA'de uygulanabilir algoritma geliştirmesi yapılmaktadır. Çalışma, K bant donanım tasarımı ve gerçeklenmesi; algoritma geliştirmeleri için C bantta modüler radar sistemi tasarımı ve gerçeklenmesini içermektedir.

Sürekli dalga CW radar sadece hız ölçebilir. Mesafe ve hız ölçümü için genlik, frekans veya faz modülasyonları kullanılabilmektedir. Frekans modülasyonlu sürekli dalga radarında frekans modülasyonu üçgen, testere veya daha karmaşık şekilde yapılabilir.

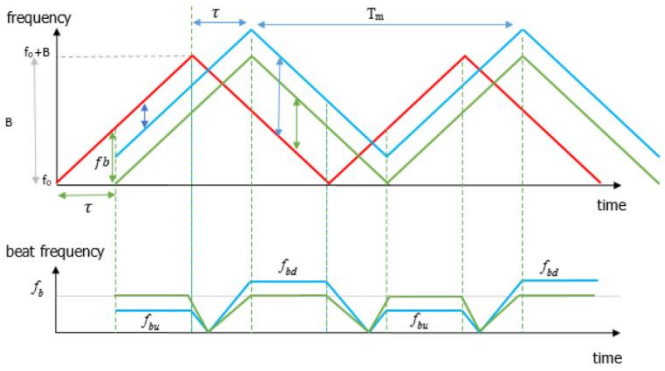
FMSD radar sistemi için gerekli temel bloklar Şekil 1'de belirtildiği gibi voltaj kontrollü osilatör, faz kilitli döngü, döngü filtre, mikser, yükselteç, güç bölücü, alçak geçiren filtre, bant geçiren filtre, düşük gürültülü yükselteç, analog yükselteç, ADC ve FPGA'dir.



Şekil 1. FMSD Radar Blok Şema Gösterimi

Şekil 1'deki diyagram verici sinyalini göndermek ve gelen sinyali almak için kullanılan iki anten içermektedir. Tek anten ve sirkülatör yerine bu yapı kullanılarak vericiden alıcıya olan sızıntı azalmaktadır, bu sayede daha yakın mesafeler ölçülebilmektedir.

FMSD radarı sürekli dalga radarı gibi sürekli yayın yapmaktadır ama frekans belirli bir bant genişliğinde lineer değişmektedir. Modülasyon testere, üçgen veya daha kompleks olabilmektedir. Bu modülasyon sayesinde aynı anda mesafe ve hız ölçümü yapılmaktadır. Şekil 2'de FMSD radarı üçgen modülasyonu görülmektedir.



Şekil 2. Üçgen Modülasyon

Modülasyonlu sinyal verici anteninden yayılırken, hedeften yansıyan gecikmeli sinyal alıcıda miksere gelir ve üretilen sinyal ile çarpılır. Bu gecikme Formül 1 ile hesaplanmaktadır.

$$\tau = \frac{2R}{c} \quad (1)$$

Burada R hedefin mesafesi, c ışık hızıdır.

Tarama periyodu ve bant genişliğine bağlı olarak mikser çıkışında temel bantta fb sinyali elde edilir (Formül 2).

$$\frac{f_b}{\tau} = \frac{B}{Tm/_2} \quad (2)$$

B bant genişliği, Tm tarama periyodudur.

Eğer radar ile hedef arasında hız farkı varsa doppler frekans kayması oluşur. Mikser çıkışında iki farklı frekansta sinyal oluşur. Bunlar fdu ve fbd olarak tanımlanırsa fb ve fd dopplerle ifadeleri Formül 3 ve 4'e göre hesaplanır.

$$f_{du} = f_b - f_d \quad (3)$$

$$f_{bd} = f_b + f_d \quad (4)$$

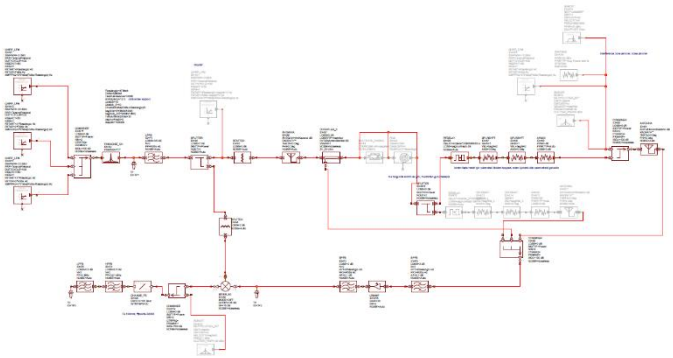
Bu iki frekans kullanılarak mesafe R ve bağıl hız V Formül 5 ve 6 ile hesaplanır (Dagdeviren, 2014).

$$R = \frac{c(f_{bu}+f_{bd})T_m}{8B} \quad (5)$$

$$V = \frac{c(f_{bd}-f_{bu})}{8f_c} \quad (6)$$

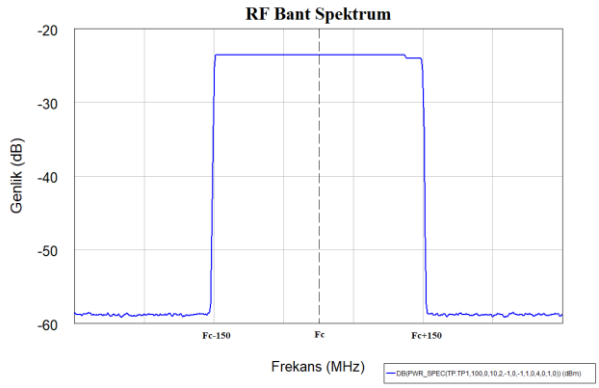
MATERYAL VE METOD

Kullanılacak temel bloklar belirlendikten sonra filtrelerin ve diğer blokların parametrelerinin belirlenmesi için AWR Microwave Office programının sistem simülasyonu aracı kullanılarak seçilen entegre parametreleri ile birlikte FMSD radar sistemi modellenmektedir (Şekil 3).



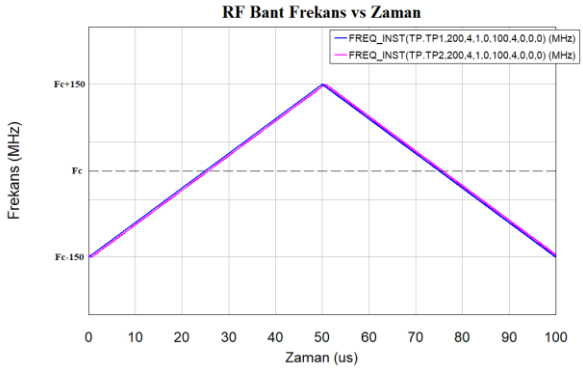
Şekil 3. Radar Sistemi Benzetim Modeli

Üretilen sinyalin spektrum grafiği verilen Şekil 4'de 300 MHz bant 100 us periyotta taranmaktadır.



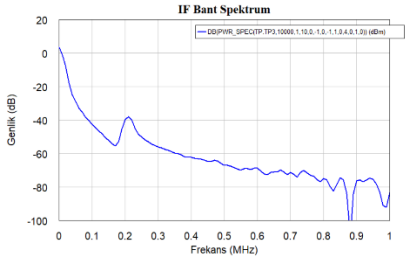
Şekil 4. RF Spektrum Benzetimi

Üretilen sinyal ile hedeften yansıyan sinyalin zaman vs frekans grafiği Şekil 5'de gösterilmektedir. İki sinyal arasında 5 metre uzaklıktaki hedef için 33,3 ns gecikme olmaktadır (Formül 1).



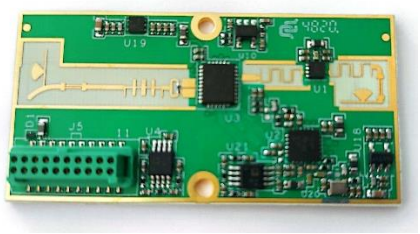
Şekil 5. Frekans-Zaman Grafiği

5 metredeki hedef için oluşturulan IF bant spektrum Şekil 6'da verilmektedir. DC'deki tepe alıcı verici antenleri arasındaki sızıntıdan oluşmaktadır, 0.2 MHz'deki tepe 5 metredeki hedef için oluşmaktadır.



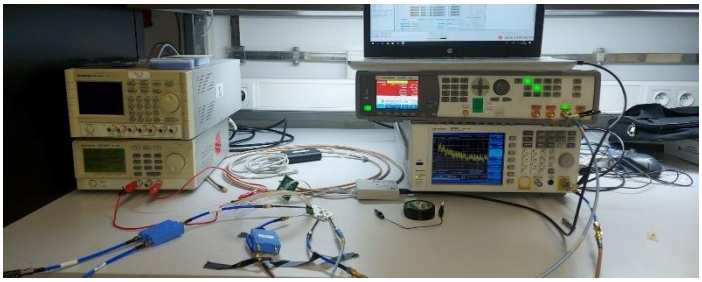
Şekil 6. IF Spektrum Benzetimi

FMSD radarı için gerekli bloklar tamamlandıktan sonra, güç devreleri tasarımları ve baskı devre tasarımları yapılarak K bant donanım üretilmektedir (Şekil 7).



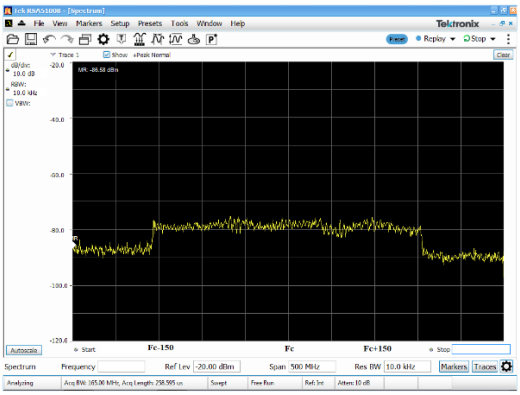
Şekil 7. K Bant Donanımı

Üretilen donanım laboratuvarda test edebilmek için problar kullanılarak Şekil 8'de verilen test düzeneği oluşturulmaktadır.

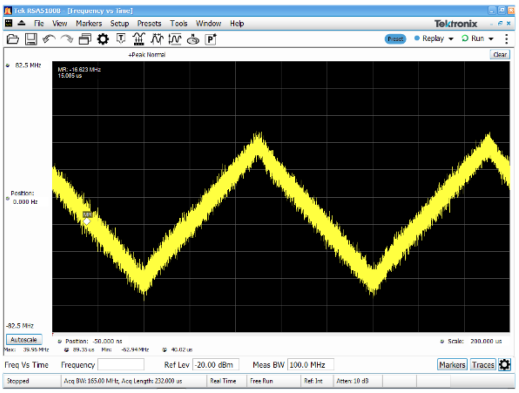


Şekil 8. K Bant Donanımı Test Düzeneği

K bant donanım ile 100 us tarama periyodunda 300 MHz bant genişliğinde yapılan frekans taramasına ait spektrum grafiği Şekil 9'da belirtilmekte ve benzetim sonucuna benzer performansta çalışmaktadır. Modülasyon lineerliğini incelemek için spektrum analizör cihazı ile cihaz bant genişliği limitlerinde 80 MHz tarama yapılarak frekans-zaman ölçümü üçgen modülasyon şeklinde yapılmaktadır (Şekil 10).

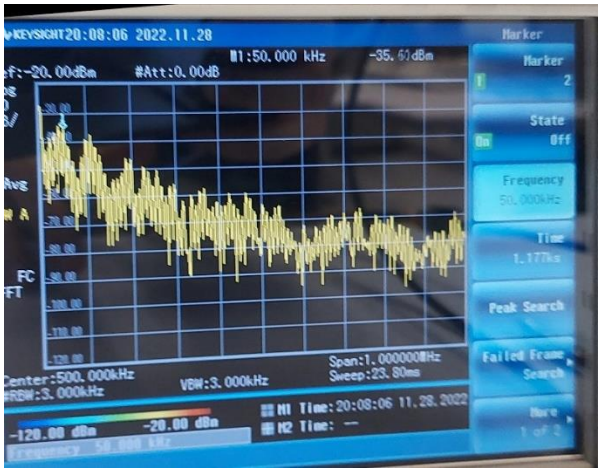


Şekil 9. K Bant Donanım RF Spektrum



Şekil 10. K Bant Donanım Frekans-Zaman Ölçümü

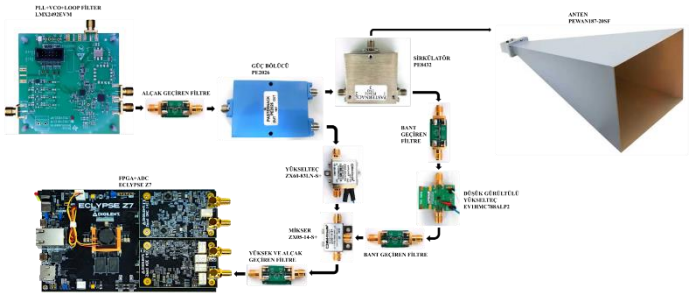
K bant donanımdaki bant geçiren filtrelerdeki üretimsel kayma ve anten kazancının düşük olmasından dolayı laboratuvar ortamında 1 m elektriksel uzunluktaki kablo ile IF sinyal ölçümü yapılmaktadır. Şekil 11'de verilen 50khz frekansında tepe ile yaklaşık 1 metre olarak ölçülmektedir.



Şekil 11. K Bant Donanım IF Spektrum

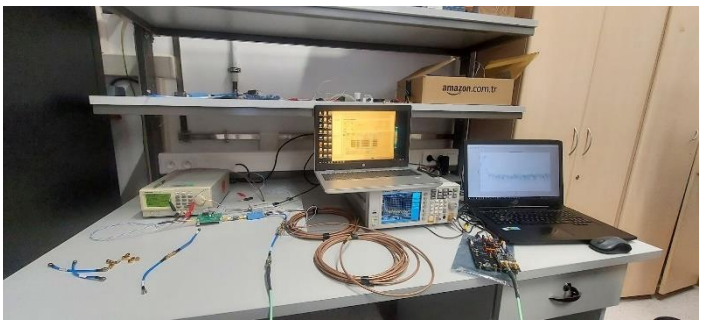
K bantta çeşitli testleri yapmaktaki zorluk ve maliyetlerden dolayı C bant FMSD radarı sistemi modüler bloklar ile kurulmaktadır. Bu sistem ile filtre, yükselteç, anten kazancı, modülasyon çeşitleri, bant genişliği, tarama periyodu dahil birçok parametre ile ilgili denemeler yapılarak sistem performansı geliştirilmektedir. Bu sistem ile laboratuvar ortamında doppler frekans kayması, jammer, interferans, yığın düzenekleri kurularak algoritma geliştirilmesi için test verileri toplanmaktadır.

C bant radar sistemi faz kilitli döngü, güç bölücü, yükselteç, sirkülatör, anten, mikser, düşük gürültülü yükselteç, ADC ve FPGA kartlarından oluşmaktadır (Şekil 12).



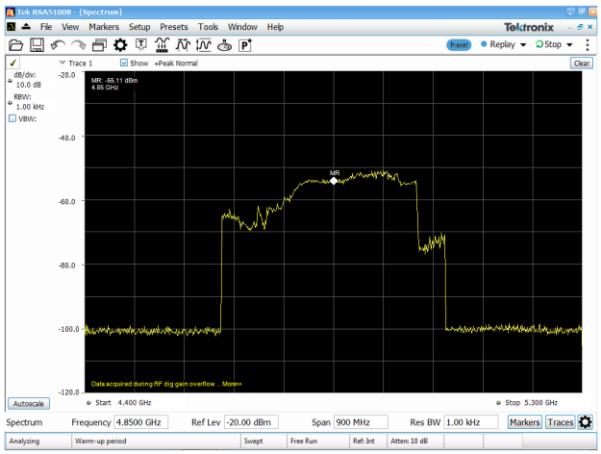
Şekil 12. C Bant Modüler Sistem Blok Şema

10 m elektriksel uzunlukta koaksiyel kablo ile kurulan test düzeneğine Şekil 13'de verilmektedir.



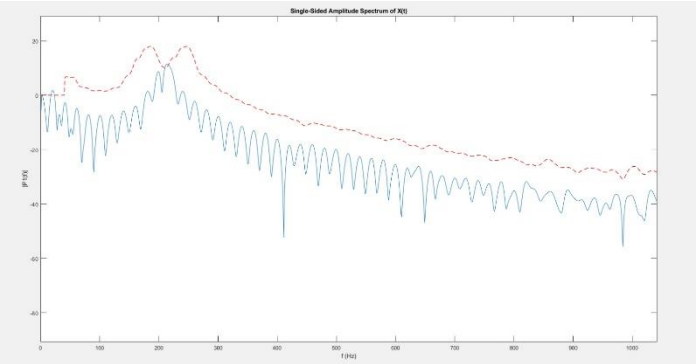
Şekil 13. C Bant Modüler Sistem Test Düzeneği

300 MHz bant genişliğinde 100us tarama periyotlu oluşturulan sinyalin spektrumu Şekil 14'de verilmektedir. PLL kartının faz gürültüsü, çıkıntı ve harmoniklerinden dolayı tarama çıkış gücü lineer değildir ve sistemdeki gürültü seviyesi -60 dBm seviyelerine kadar artmaktadır. Bu da maksimum ölçülebilir mesafeyi oldukça azaltmaktadır.



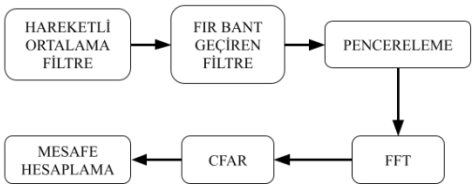
Şekil 14. C Bant Modüler Sistem RF Spektrum

10 metre elektriksel uzunluklu koaksiyel kablo ile (5 metre mesafedeki hedef için 5mx2) yapılan testin verileri FPGA ile toplanarak MATLAB'daki algoritmada yaklaşık 5 m mesafe doğru bir şekilde hesaplanmaktadır (Şekil 15).



Şekil 15. MATLAB Algoritma Çıktısı

ECLYPSE Z7 kartı ile örneklenen IF bant sinyal ethernet ile bilgisayara aktarılarak MATLAB'da algoritma ile mesafe ölçümü yapılmaktadır (Şekil 16). Hareketli ortalama filtre gürültü azaltmak için; FIR bant geçiren filtre yüksek frekanstaki sinyaller ve antenler arasındaki sızıntıları bastırmak için; pencereleme sinyali belirginleştirmek için; FFT sinyalin frekans yanıtı elde etmek için; CFAR ve mesafe hesaplama ile hedefin algılanması, mesafesini ve hızını hesaplamak için kullanılmaktadır.



Şekil 16. Algoritma Blok Şema

SONUÇ

Bütün bir FMSD radar sistemi sistem benzetimleri yapılıp, temel blokları tasarlanıp, ürettirilerek test edilmiştir. K bant sistem ile 5 metreye kadar C bant sistem ile 20 metreye kadar mesafe ölçümü 1 metre altı hata ile yapılmaktadır. K bant sistemin anten kazancı düşük olması ve filtrelerin üretimden dolayı kaydığı için maksimum mesafe azalmıştır. Sistemlerin faz gürültüsü ve çıkıntıların (ing. spur) yüksek olmasından dolayı sistem performansı düşmektedir.

Gelecek çalışmalarda K bant sistemin filtrelerinin iyileştirilebilir ve anten kazancının arttırılabilir. C bant sistemin çıkış gücü arttırılarak daha küçük hedefler ölçülebilir. Faz gürültüsü ve çıkıntıları azaltmak için döngü filtreler optimize edilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya desteklerinden dolayı Dr. Öğr. Üyesi Ramazan Yeniçeri'ye, Dr. Yusuf Sevinç'e, Dr. Salih Zengin'e, TÜBİTAK SAGE'ye ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim

KAYNAKLAR

M. I. Skolnik, "Introduction to radar systems," McGraw-Hili book company, 1962.

M. Jankiraman, "FMCW Radar Design," Artech House, 2018.d

B. Dagdeviren, K. Y. Kapusuz and A. Kara, "A modular FMCW radar RF front end design: Simulation and implementation," in Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2014 22nd, 2014, IEEE.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Dynamic Vehicle Dispatching Using Parallel Multi Objective Optimization

Ozgu Turgut* *(https://orcid.org/0000-0001-7677-1184)*

*1 Bahcesehir University, Faculty of Economics, Department of Logistics Management, Istanbul, Turkey.

*ozgu.turgut@gmail.com:

Abstract

Electric vehicles (EV) are an important portion of many logistics fleets such as car rental services, small-size cargo services or even emergency vehicle fleets. However, we cannot say the full transition is made to EVs for all of these businesses. Hence many of the companies are still running with heterogenous fleet types. This study is proposing a decision support mechanism for dispatching the vehicles considering three separate objectives: cost, emission, and service quality. Cost is formulated based on fuel consumption while emission formulation contains expressions of approximate distance travelled and emission factors. The last objective is formulated considering factors that can affect delivery time. In addition traffic congestion information is also incorporated into each objective. The proposed model is generating a set of Pareto solutions instead of a single optimum due to the trade-off among the considered objectives. The novelty of the proposed work stems from the methodology that it uses to generate the solution set. That is, a parallel multi-objective optimization algorithm is being proposed to solve the mathematical model which guarantees Pareto optimality. The parallel nature of the method is reducing the time required for solving the mathematical model without depending on extra resources, i.e. by using the existing nodes of a single laptop the algorithm is parallelized. In other words, the methodology can be used in fast decision-making processes of transportation planning without sacrificing optimality in return for a shorter solution time. Besides, it considers various aspects without requiring bounds on them, unlike the epsilon constraint method.

Keywords: Dispacthing, multi-objective, optimization, parallelization, transportation

INTRODUCTION

After the wide settlement of mobile internet technology, online ride hailing services (e.g., Didi and Uber) become part of daily logistics and transport options. Moreover, electric vehicles (EVs) are gradually being promoted as an alternative to fuel vehicles due to the pushing facts about climate change and sustainability concerns. Ride-hailing service are no exception to this trend. However it is still hard to assume all fleets are unified in terms of the vehicle types. A high-quality order allocation approach is in great need to quickly process a series of customer request orders, so as to reduce total customer waiting time, transportation cost and emission levels. Lately Shi et al. (2022) used ant colony optimization for planning a full EV fleet considering their battery status and the charging station information. In addition to passenger logistics, the same problem is applicable to services where full truck load cargo services are offered with high capacity or mini van type of mid-size vehicles. Last but not least vehicle dispatching problem is relevant in emergency context as well. After a critical event is properly detected, emergency vehicles may be dispatched as quickly as possible to respond, potentially reducing the probability of deaths and injuries. Recently Rangel et al. (2022) provided a succinct summary on emergency management system (EMC) problem. The listed approaches are mostly from heuristics of types such as ant colony or genetic algorithms where optimal solution is not guaranteed. In their proposed approach vehicle dispatching is handled as a subtask which is supposed to be tackled with traffic light optimization. Inaddition Long et al. (2021) used tabu search to find a solution to vehicle dispatching problem where they focused on resilience and fairness of the system. Similarly Ashwin et al. (2022) proposed a solution where they handled vehicle dispatching together with routing problem.

In this work a multi objective decision making process is proposed for the generic form of vehicle dispatching problem. Since the proposed optimal multi objective optimization is suitable for decision making under time pressure, the approach is especially useful for fast decision making. The methodology

contains a liner integer mathematical model that contains three objectives representing total fuel consumption, travel time and CO2 emission. Therefore the approach allows for modelling heterogenous fleets which consists of vehicles of different fuel consumption and CO2 emission levels. The route generation is separated as a pre-processing step from the vehicle dispatching which allows to incorporate most recent traffic into the final decision.

MATERIALS AND METHODS

Proposed decision making structure consists of four main stages:

Step1 Input: Collecting the requests and current positions of the available vehicles. This is simply mapping coordinates of the sources and destinations.

Step2 Preparing the routes: Through a VBA code inputs can be donwloaded in a spreadsheet format from Yandex or Google map type of GPS services together with time of travel and total distance information for each route alternative. There can be more than one route from a vehicle to a new demand location. This dynamic feed from GPS services is the most neat way of incorporating traffic information to the decision making process. Depending on the traffic level the distance of the alternative routes will not be directly proportional to the travel time.

Step3 Running the MOBB algorithm: The algorithm is called ParMOdec. It proceeds by dividing the multi objective search space into regions where each search region is chosen purposefully based on derived mathematical properties. This division is utilized not only selecting the fruitful search areas but also determine the parallel branches and obtaining initial solutions that can be used for pruning the tree in the latter stages which helps reducing the search tree faster. More details about the derivations and steps of the algorithm can be found in (Turgut et al. 2017).

Step4 Evaluating the Pareto for final decision: As opposed to single objective, the output from a multi objective optimization is a set of solutions which are called Pareto (i.e. nondominated) as long as there is a clear trade-off among the objectives. This can be turned into an advantage by resorting efficient multi-objective algorithms for decision making in order to inject flexibility into the analytical decision-making process without sacrificing from quality of the solutions. Accordingly certain period of assessment will be required in order to choose the final solution to be applied.

Table 1: Properties of vehicles in the sample fleet

Type of vehicle	Ave. Engine Capacity(cm3)	Average CO2 Emission (g CO2/km) [1]	Fuel Consumption (liter/km)
E85	1693	135	0.07
Electric (EV)	-	0	0
LPG	1343	121	0.07
NG-biomethane (BIO)	1209	100	0.07
Hybrid-Gas	1786	46	0.03
Hybrid-Diesel	2678	49	0.03

[1] EEA Report 2017

As the demostration example a case with 9 locations are generated randomly which spreadth around a 300 by 300 km rectangular area. According to the problem structure 9 random coordinates are generated for the vehicles from the types represented in Table 1. All of these are mapped in Figure 1.

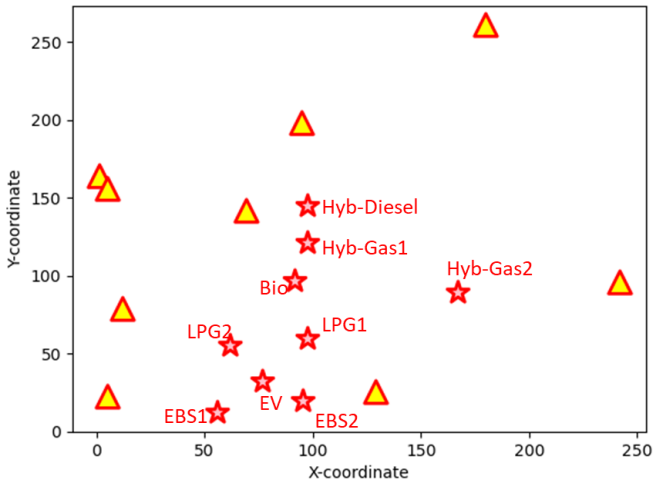


Figure 1: Initial layout of the instance (Triangles and stars represent the demand and the vehicle locations respectively.)

The problem under scope is formulated using the following sets and decision variables:

SETS:

R: possible routes

C: Set of customer orders, c, that need to be satisfied

V: Set of available vehicles v

v_r: Set of routes that use vehicle v, $r \in R$, $v \in V$

c_r: Routes that can serve customer demand c , $r \in R$, $c \in C$

DECISION VARIABLE:

x_r: Binary variable that denotes if route r is used or not, $r \in R$

The final mathematical model to be solved by the algorithm is as follows:

$$min \sum_{r \epsilon R} fuelconsumption_{v_r} * distance_r * x_r \quad (1)$$

$$min \sum_{r \epsilon R} traveltime_r * x_r \quad (2)$$

$$min \sum_{r \epsilon R} emmission_{v_r} * distance_r * x_r \quad (3)$$

$$s.t. \qquad \sum_{r \epsilon c_r} x_r \geq 1 \quad \forall c \in C \quad (4)$$

$$\sum_{r \epsilon v_r} x_r \leq 1 \quad \forall v \in V \quad (5)$$

In the above formulation Eqn. (4) ensures an assignment will be made to each request while Eqn.(5) guarantees that each vehicle will be dispatched to at most one destination. The three separate objective function expressions Eqn. (1)-(3) stand for total fuel consumption, travel (i.e. service) time and CO2 emissions respectively. The main decision variable x_r denotes which routes is selected as part of each solution.

After the mathematical model is formulated for the parameters of the instance problem it is solved using ParMoDec (Turgut et al. 2019) in a parallel mode.

RESULTS and DISCUSSION

Table 2: Objective values of each Pareto solution

Pareto Solution #	Total Fuel Consumption (lt)	Total Travel Time(hrs)	Total CO2 Emmission(kgs)
1	**33**	**17**	**53.9**
2	**35**	**17**	**58.2**
3	**33**	**16**	**54.0**

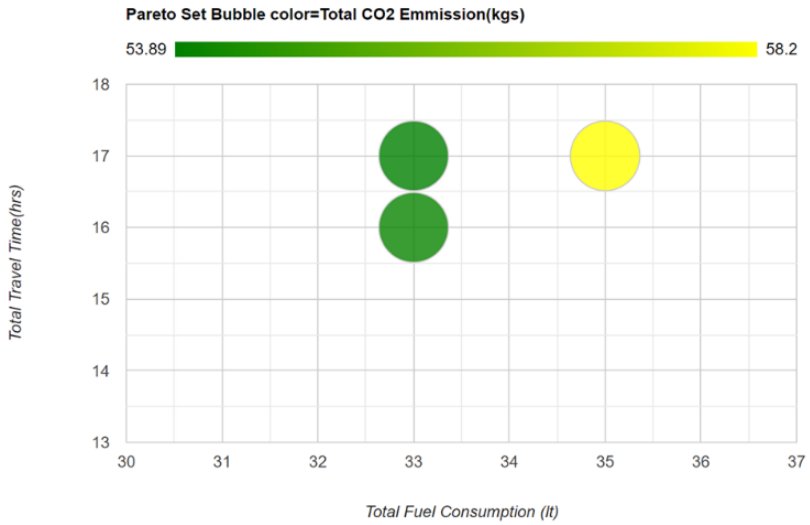


Figure 2: A possible visual representation of each Pareto solution to help the decision maker

Solutions are generated less than a second in a Intel(R) Core(TM) i7-4558U CPU @ 2.80GHz computer with 4 node parallelization. The methodology is valuable especially in time restricted decision making processes. However usage and contribution cannot be overlooked for solving strategic or tactical problems such as mid or long term allocation of vehicles. Capacity concern is not included for the focused type of problems. However the application area can be extended by adding a post processing step after obtaining the Pareto set during which the capacity violating solutions are eliminated.

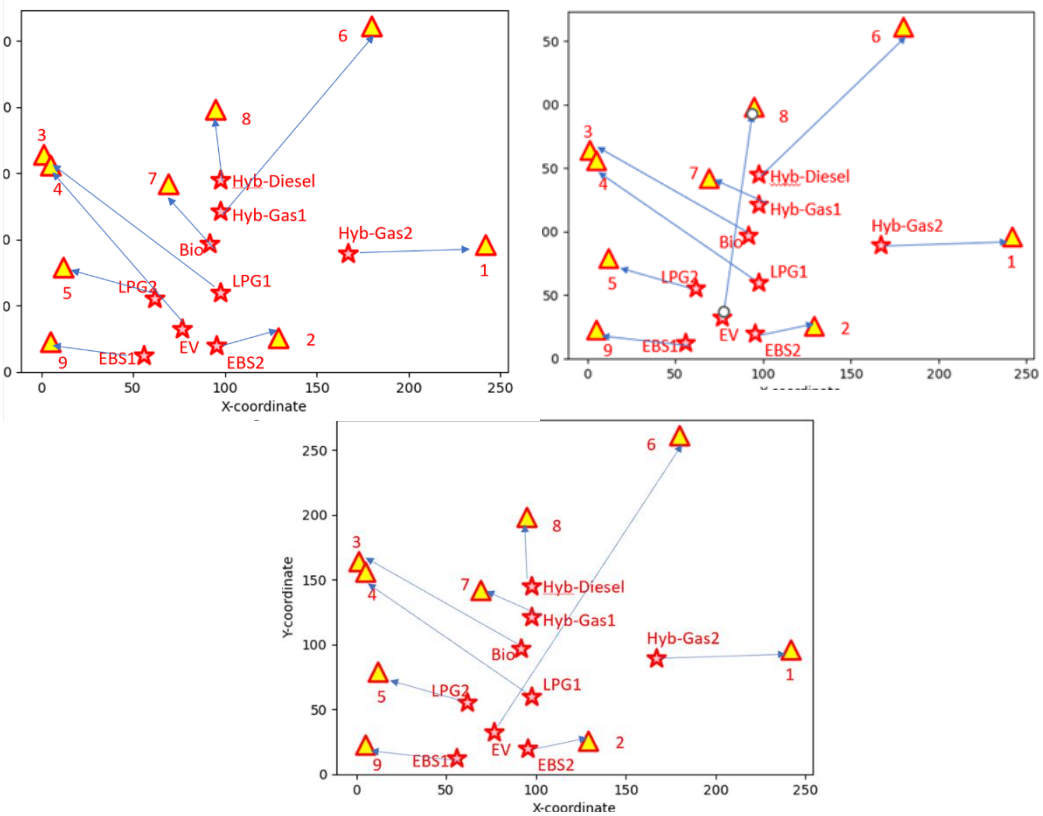


Figure 3: Details of each Pareto solution on the map

CONCLUSION

Alternative solutions provide great flexibility to decision maker in real life; especially if solutions have a guaranteed quality (i.e. optimality). The small instance used in this study showed that the proposed approach can be used for decision making of generic vehicle shipments which require new decision every 10-15 minutes after order information is updated. The richness of the approach stemming also from its ability to take into multiple criteria in natural conflict account. Dynamic routing decisions are generated best when they rely on live GPS information. Therefore possible extensions should be focusing more on versions where capacity concerns are included; and leaving route generation to GPS based procedures as a seperate stage.

As mentioned above the scope of the problem is open to contain solutions for various contexts. For instance in smart cities car sharing services will start allocating fleet at certain hubs by relying on mobility patterns of passengers (Xu 2021). This means the same MOBB algorithm can be used to generate Pareto set for alternative long term fleet allocation plans considering customer satisfaction, traffic congestion and cost type of aspects into account.

Proposed methodology can be used to attack nonlinear integer problems as well. Urban public transportation agencies sometimes have to operate mixing vehicles of different sizes on their routes, due to resource limitations or historical reasons. Services with different passenger-carrying capacities are provided to passengers during a mixed-fleet operation. A fundamental question arising here is how to optimally deploy a given fleet of different bus sizes to provide services that minimize passen- ger waiting time (Sadrani 2022).

REFERENCES

Aswin Raj Giri,, et al. "A Metaheuristic Approach to Emergency Vehicle Dispatch and Routing." 2022 IEEE International Conference on Smart Mobility (SM). IEEE, 2022.

Elivelton Rangel, O., Daniel G. Costa, and Maycon ML Peixoto. "An Optimization Approach for Emergency Vehicles Dispatching and Traffic Lights Adjustments in Response to Emergencies in Smart Cities." 2021 XI Brazilian Symposium on Computing Systems Engineering (SBESC). IEEE, 2021.

Jun Xu, Rahmatizadeh, R., Bölöni, L., & Turgut, D. (2021). A taxi dispatch system based on prediction of demand and destination. Journal of Parallel and Distributed Computing, 157, 269-279.

Lin Shi, Zhi-Hui Zhan, Di Liang, and Jun Zhang. "Memory-based ant colony system approach for multi-source data associated dynamic electric vehicle dispatch optimization." IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems (2022).

Mohammad Sadrani, Alejandro Tirachini, and Constantinos Antoniou. "Vehicle dispatching plan for minimizing passenger waiting time in a corridor with buses of different sizes: Model formulation and solution approaches." European Journal of Operational Research 299.1 (2022): 263-282.

Monitoring CO2 emissions from new passenger cars and vans in 2016, EEA Report No19/2017 ISSN 1977-8449

Ozgu Turgut, Dalkiran, E., & Murat, A. E. (2019). An exact parallel objective space decomposition algorithm for solving multi-objective integer programming problems. Journal of Global Optimization, 75(1), 35-62.

Yuying Long, et al. "Collaborative vehicle dispatching for resilient and fair emergency response." 2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). IEEE, 2021.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Benzetim Boya Banyosu Atıksuyunun Fotokatalitik Oksidasyon ile Gideriminde TiO_2 Nanotüplerin Kullanılabilirliğinin İncelenmesi

Hüseyin KARAKURT[1] (*0000-0002-0305-7315*), Özlem Esen KARTAL[2*] (*0000-0002-7510-5427*)

[1]İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Malatya,Türkiye
[2*] İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: ozlem.kartal@inonu.edu.tr

Özet
Tekstil endüstrisi en çok su tüketen ve bundan dolayı fazla miktarda atıksu açığa çıkaran endüstrilerden biridir. Renkli, düşük BOD/COD oranına sahip ve dirençli organik kirleticiler içeren tektil atıksuları çevre ve insan sağlığı açısından tehlike oluşturmaktadır. Yüksek oksidasyon potansiyellerine sahip $SO_4^{\cdot-}$ ve $^{\cdot}OH$ gibi radikallerin oluşumuna dayalı İleri Oksidasyon Prosesleri (İOP), bu tür atıksuların arıtımında etkili ve çevreci bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Hetererojen İOP'lerinde yaygın olarak TiO_2 kullanılmaktadır. Bu çalışmada, nano boyutta borusal yapılı TiO_2 nanotüpler (TNT) kullanılmıştır. Hidrotermal yöntemle ile sentezlenen TNT'lerin Reactive Black 5 (RB5) boyarmaddesi kullanılarak hazırlanan benzetim boya banyosu atıksuyunun fotokatalitik gideriminde kullanılabilirliği incelenmiştir. Benzetim atıksuyun giderimine, TNT derişimi, UV lamba gücü, O_2 beslemesinin ve oksidant kullanımının etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak TNT derişimi ve lamba gücünün artışıyla giderim artmıştır. O_2 beslemesinin giderime önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. H_2O_2 kullanımının etkisi reaksiyon ortamının pH'ına bağlı olarak değişmektedir.
Anahtar Kelimeler: TiO_2 nanotüpler, fotokatalitik oksidasyon, benzetim boya banyosu atıksuyu

Investigation of the Usability of TiO_2 Nanotubes in Photocatalytic Oxidation of Simulated Dye Bath Effluent.

Abstract
Since textile industry is one of the industries consuming a considerable amount of water, large amounts of wastewater is generated. Colored textile wastewater with low BOD/COD ratio and containing persistent organic pollutants constitute a major problem for the environment and human health. Advanced Oxidation Processes (AOP), based on the formation of radicals such as $SO4^{\cdot-}$ and $^{\cdot}OH$, which have high oxidation potentials, has emerged as an effective and environmentally friendly alternative in the treatment of such wastewaters. TiO_2 is the widely used in heterogeneous AOPs. In this study, nano-sized tubular TiO_2 nanotubes (TNT) were used. The usability of TNTs synthesized by hydrothermal method in the photocatalytic removal of simulated dye bath effluent wastewater prepared using Reactive Black 5 (RB5) was investigated. The effects of TNT concentration, UV lamp power, purging of O_2 and addition of oxidant on the removal of simulated wastewater were investigated. As a result, the removal of simulated wastewater increased with increase of TNT concentration and lamp power. It was observed that purging of O_2 did not have a significant effect on the removal. The effect of the use of H_2O_2 varied depending on the pH of the reaction medium.
Keywords: TiO_2 nanotubes, photocatalytic oxidation, simulated dye bath effluent

GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı ile birlikte, endüstriyel, evsel ve tarımsal amaçlı su tüketimindeki artış, sınırlı olan kullanılabilir tatlı su kaynaklarını azaltmaktadır. Bunun yanı sıra tüketim sonrası açığa çıkan atıksular, çoğu zaman yeterince arıtılmadan alıcı sucul ortamlara verilmekte ve tekrar kullanılması mümkün olmamaktadır. Özellikle endüstriyel atıksular çok miktarda ve farklı türde dirençli organik bileşikler içermektedir. Dirençli organik bileşikler, günümüzde yaygın olarak kullanılan ve geleneksel arıtım yöntemleri adı verilen fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtım yöntemleri ile yeterince giderilememekte, hatta daha zararlı bileşiklere dönüşebilmektedir. Doğada biriken dirençli organik bileşikler ve bunların oluşturduğu ara ürünler zamanla canlı organizmalara geçmekte, besin zinciri yoluyla diğer canlılara ve insanlara kadar ulaşmaktadır.

Tekstil sanayi, yüksek hacimlerde su tüketen endüstriyel faaliyetlerden birisidir ve üretim süreçleri sonunda azo boyarmaddeler gibi dirençli organik bileşikler içeren, büyük miktarda renkli atıksu açığa çıkarmaktadır. Tekstil atıksuyunun yüksek COD ve düşük BOD içeriğine sahip olması biyolojik arıtım ile giderimi zorlaştırırken, suyun yoğun renk içeriği estetik sorunlara neden olmakta ve güneş ışığının suda yaşayan canlı organizmalara ulaşmasını engellemektedir. Bu durum bitkiler için yaşamsal öneme sahip fotosentetik aktiviteyi güçleştirmekte ve sudaki çözünmüş O_2 miktarını azaltarak diğer canlıların da zarar görmesine yol açmaktadır (Chandanshive ve ark., 2018). Bu açıdan tekstil atıksularının arıtılıp yeniden kullanılabilmesi büyük önem taşımaktadır.

Geleneksel arıtım yöntemlerinden biyolojik arıtım tekstil atıksularının arıtımı için uygun maliyetli bir yöntem olmasına karşın tekstil atıksuyunun içerdiği NaOH, NaCl, deterjan ve ağır metal iyonları gibi kimyasal türlerin mikroorganizmalara toksik etki göstermesi ve boyarmaddelerin biyobozunmaya dirençli olmaları bu yöntemin etkinliğini azaltmaktadır (Azanaw ve ark., 2022). En yaygın fiziksel arıtım yöntemlerinden membran filtrasyonu olumsuz kimyasal ortamlara dayanıklı ve etkin bir arıtım yöntemi olmasına karşın ilk yatırım maliyeti yüksektir ve tıkanma ile ilgili sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Adsorpsiyon ise düşük maliyetli bir yöntem olmasına karşın geniş alanlar ve uzun temas süreleri gerektirir. Ayrıca işlemin etkinliği adsorbanın adsorpsiyon kapasitesi ile sınırlıdır. Bununla beraber her iki yöntemde de kirleticiler atıksudan başka bir faza taşınmış olur ve giderilmesi geren yeni bir kirlilik oluşur Kimyasal pıhtılaştırma ve topaklaştırma işlemi tekstil atıksuları için sıklıkla kullanılan düşük maliyetli bir ön arıtım işlemidir. Dispers ve sülfür boyamalar için başarılı sonuçlar veren bu yöntem reaktif, azo, asit ve bazik boyalar için yetersiz kalmaktadır. Son yıllarda daha etkin yeni polimerik topaklaştırıcılar geliştirilse de tıpkı fiziksel yöntemlerde olduğu gibi kirleticiler sadece atıksudan uzaklaştırılmakta tamamen ortadan kaldırılamamaktadır (Verma ve ark., 2012; Zhang ve ark. ,2021).

Geleneksel arıtım yöntemlerinin söz konusu sakıncalarının üstesinden gelmek için son yıllarda farklı yöntemler geliştirilmeye ve uygulanabilirlikleri incelenmeye başlanmıştır. İleri Oksidasyon Prosesleri (İOP) adı verilen bu yöntemlerin ana ilkesi $^{\cdot}OH$, $SO_4^{\cdot-}$ ve $O_2^{\cdot-}$ gibi seçicilikleri düşük, oksidasyon potansiyelleri yüksek güçlü oksidantlar oluşturmak ve bu oksidantlar ile organik kirleticileri parçalamaktır. Bu proselerin uygulanabilirlikleri çevre dostu olmalarına, maliyetlerine ve etkinliklerine bağlıdır. İOP'ler homojen ve heterojen İOP'ler olarak ikiye ayrılabilir. Homojen İOP'lerde; radikal oluşumu ve oksidasyon reaksiyonları tamemen sıvı fazda gerçekleşir. Hetrojen İOP'lerde ise yarı iletken katalizörler kullanılır (Zhang ve ark., 2021; Lama ve ark., 2022). Heterojen İOP'lerde en yaygın kullanılan fotokatalizör toksik olmaması, düşük maliyeti, fiziksel ve kimyasal olarak yüksek kararlılığı ve yüksek aktivitesinden ötürü TiO_2'dir. TiO_2 UV ışını ile uyarıldığında yüksek oksidasyon potansiyeline sahip $^{\cdot}OH$ radikalleri oluşmaktadır. Bu açıdan TiO_2'nin fotokatalitik etkinliği $^{\cdot}OH$ radikali üretimi ile artmaktadır. $^{\cdot}OH$ radikalinin artışı ise daha yüksek ışın absorpsiyon kapasitesi, daha fazla e^--h^+ çifti olşması, oluşan bu çiftlerin birleşme oranlarının düşük olmasına bağlıdır. Bu nedenle TiO_2'nin tanecik boyutu, yüzey alanı, kristal yapısı ve morfolojisinde yapılacak düzenlemeler ile fotokatalitik etkinlik arttırılabilmektedir. TiO_2'nin içi boş boru biçiminde yapısı olan TiO_2 nanotüpler (TNT) yığın haldeki TiO2'den daha geniş yüzey alanına sahiptir. Ayrıca TNT'lerin bir boyutlu borusal yapısı elektron taşınım hızını arttırır ve e^--h^+ birleşme oranını düşürür. TiO_2'nin kristal yapıları (anataz, rutil, brokit) amorf TiO_2'den daha yüksek fotokatalitik etkinliğe sahiptir. Bu yapılardan anatazın etkinlği ise diğerlerindan daha yüksektir (Alkanad ve ark., 2022).

TNT ilk olarak 1996 yılında Hoyer tarafından anodik alüminyum oksit kalıplar kullanılarak üretilmiştir. Hidrotermal yöntem ile TNT sentezi ise ilk olarak 2001 yılında Kasuga tarafından yapılmıştır. Bu yöntemlerden başka elektrokimyasal anodizasyon, elektroeğirme, mikrodalga, sonokimyasal, solvotermal yöntemlerle de TNT üretilebilmektedir. Bu yöntemlerden hidrotermal işlem diğerlerine göre daha kolay işlem basamaklarına sahiptir ve büyük miktarda üretim yapılmasına daha elverişlidir (Ou ve Lo, 2007).

Bu çalışmada hidrotermal yöntem ile üretilen TNT'ler RB5 boyarmaddesi kullanılarak hazırlanan benzetim boya banyousu atıksuyunun gideriminde kullanılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Materyal

Deneysel çalışmalarda TiO_2 (Evonik), NaOH (Sigma-Aldrich), HCl (Merck, %37) ve H_2O_2 (Merck, %30) kullanılmıştır. Fotokatalitik oksidasyon deneylerinde kullanılan benzetim tekstil atıksuyu C. I. Reactive Black 5 (RB5, Dystar) boyarmaddesi kullanılarak hazırlanmıştır.

TiO_2 Nanotüplerin (TNT) Sentezi ve Karakterizasyonu

Bu çalışmada kullanılan TNT'ler 150 °C'de 24 saat süren hidrotermal işlem ile elde edilmiştir. Hidrotermal işlemin ve sentezlenen TNT'lerin karakterizasyonunun ayrıntıları önceki çalışmamızda verilmiştir (Karakurt ve Kartal, 2022).

Fotokatalitik Oksidasyon Deneyleri

Hidrotermal işlem ile elde edilen TNT'ler RB5 boyarmaddesi içeren benzetim boya banyosu atıksuyunun fotokatalitik oksidasyon ile gideriminin incelenmesinde kullanılmıştır. Benzetim boya banyosu atıksuyunun hazırlanmasında 20 g/L Na_2CO_3, 1.8 g/L NaOH ve 65 g/L NaCl kullanılmıştır. Hazırlanan boya banyosu atıksuyunun pH değeri 11.5 olarak ölçülmüştür. Fotokatalitik oksidasyon deneyleri kuvars camdan yapılmış ceketli bir fotoreaktörde gerçekleştirilmiştir. Işın kaynağı olarak 352 nm dalga boyunda ışın üreten UV-A lambalar (8 W, Topbulb) kullanılmıştır. Fotokatalitik oksidasyon süreci için gerekli O_2 gazı bir gaz dağıtıcı yardımıyla reaksiyon ortamına beslenmiştir.

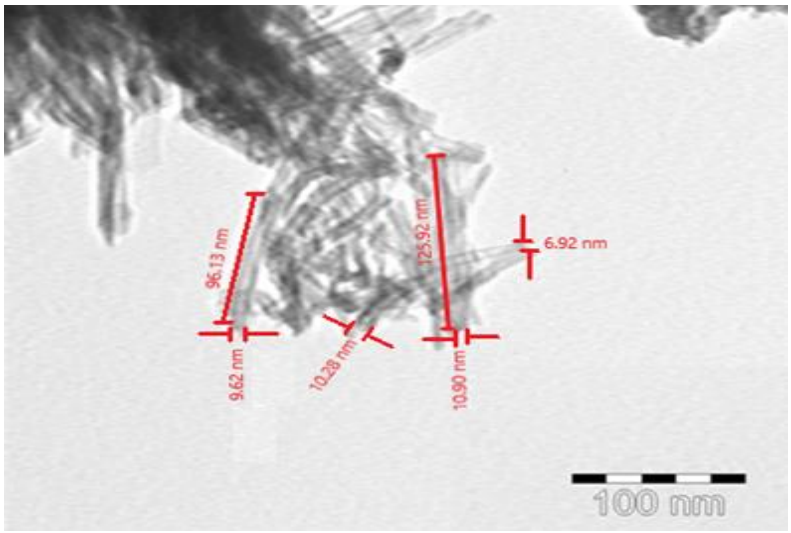
TNT'ler benzetim boya banyosu atıksuyuna eklenerek lambalar açılmadan 30 dakika boyunca karıştırılmıştır. Daha sonra lambalar açılarak fotokatalitik oksidasyon deneyleri başlatılmıştır. Belirli zaman aralıklarında reaksiyon ortamından alınan numunelerin absorbans değerleri benzetim boya banyosu atıksuyunun maksimum dalga boyunda UV-vis spektrofotometresi (Shimadzu UV 1800) ile ölçülerek % giderim Eşitlik (1)'e göre hesaplanmıştır.

$$\%\ \text{RB5 Benzetim Atıksuyu Giderimi} = \frac{A_O - A}{A_O} \times 100 \qquad (1)$$

Burada A_O ve A sırasıyla t=0 ve t=t anında RB5 atıksuyunun maksimum dalga boylarındaki absorbans değerleridir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

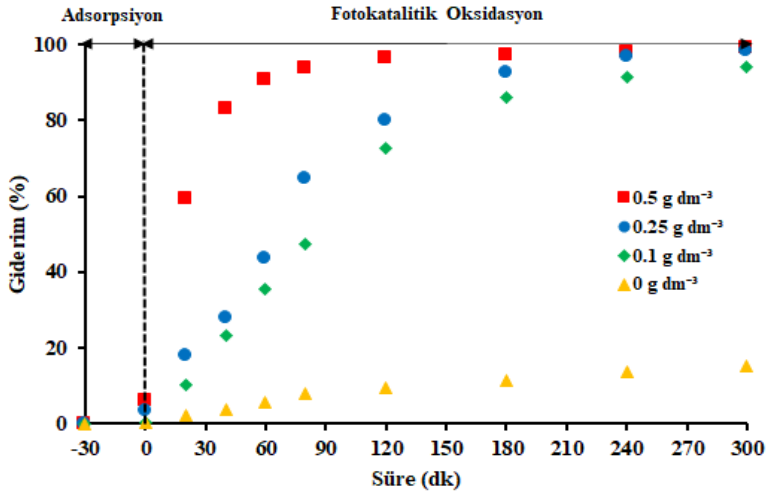
Hidrotermal yöntem ile sentezlenen TNT'lerin karakterizasyon bulguları önceki çalışmamızda verilmiştir. Şekil 1'de elde edilen TNT'lerin TEM görüntüsü görülmektedir. (Karakurt ve Kartal, 2022).



Şekil 1. Hidrotermal yöntem ile sentezlenen TNT'lerin TEM görüntüsü

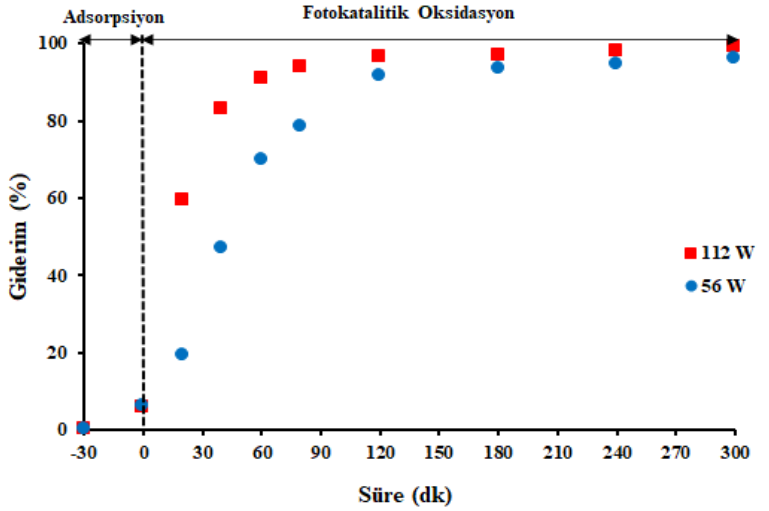
Kullanılan TNT miktarının RB5 benzetim boya banyosu atıksuyunun renk giderimine etkisinin belirlenmesi amacıyla atıksuyun kendi pH değerinde farklı miktarlarda TNT kullanılarak fotokatalitik oksidasyon deneyleri yapılmıştır. Şekil 2'den görüldüğü gibi, 0.1 g dm^{-3}, 0.25 g dm^{-3} ve 0.5 g dm^{-3} TNT derişimlerinde 300 dk sonunda sırasıyla % 94.2, % 98.3 ve % 99.1 giderim elde edilmiştir. Buna karşın TNT kullanılmadan yapılan deneysel çalışmada yalnızca % 15.3 giderim gözlenmiştir. TNT miktarının artışı ile UV-A ışınları ile uyarılan yüzey miktarı artmakta ve bunun sonucunda e^--h^+ çifti oluşturacak aktif merkez ve ·OH radikali miktarı da artmaktadır (Nickheslat ve ark., 2013). TNT kullanılmadan yapılan deney

sonucu görülen renk giderimi ise UV-A ışınlarının boya molekülünü doğrudan parçalaması ve atıksu içerisindeki Cl^- iyonlarının UV-A ışınları ile uyarılması sonucu reaktif radikaller oluşturması nedeniyle olduğu düşünülmektedir (Kusic ve ark., 2009; Navarro ve ark., 2018)



Şekil 2. TiO_2 nanotüp derişiminin benzetim boya banyosu atıksuyunun giderimine etkisi

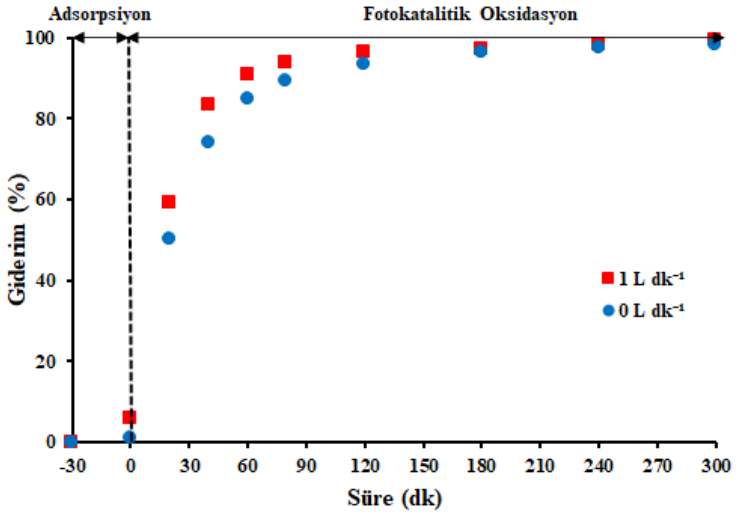
Benzetim boya banyosu atıksuyunun giderimine kullanılan ışın kaynağı şiddetinin etkisinin belirlenmesi için atıksuyun kendi pH değerinde, 0.5 g dm^{-3} TNT kullanılarak 14 adet UV-A lamba (112 W) ve 7 adet UV-A lamba (56 W) ile yapılan deneysel çalışmalar sonucunda Şekil 3'de görüldüğü gibi 20 dakika sonunda 112 W lamba gücü ile %59 giderime ulaşılırken 56 W ile olan giderim %19'da kalmıştır. 60. dakikada ise 112 W ve 56 W ile elde edilen giderim oranları sırasıyla % 91 ve % 71 olmuştur. 300 dakikalık deneysel çalışmaların sonucunda ise 112 W ile % 99 giderim elde edilirken 56 W ile % 96 giderim elde edilmiştir. Lamba sayısının artması sonucu artan ışın şiddeti ile birlikte oluşan ·OH radikali miktarı çoğalmakta ve bu durum fotokatalitik aktiviteyi arttırıcı etki yapmaktadır (Chiou ve ark., 2008). 112 W ve 56 W lamba gücü ile yapılan deneysel çalışmalardaki giderim hızları karşılaştırıldığında, 56 W'lık lamba gücünde yapılan deneysel çalışmanın ilk 20 dakikasındaki giderimin, 112 W'lık lamba gücü ile yapılan deneysel çalışmaya göre yavaş olmasının bu süreçte oluşan ·OH miktarının giderim için yeterli olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. İlerleyen süre ile beraber giderim değerlerinin birbirine yaklaşması, zamanla atıksu içerisindeki boyarmadde içeriğinin azalmasıyla ·OH radikallerinin giderim için yeterli seviyeye ulaştığını göstermektedir.



Şekil 3. UV lamba gücünün benzetim boya banyosu atıksuyunun giderimine etkisi

O_2 beslemesinin boya banyosu atıksuyunun atıksuyunun fotokatalitik giderimine etkisinin belirlenmesi için yapılan deneysel çalışmalarda reaksiyon ortamına 1 L dk^{-1} debisinde O_2 beslenmesi sonucu elde edilen giderim ile O_2 beslemesi yapılmayan koşuldaki giderim miktarları karşılaştırılmıştır. Reaksiyon ortamına

beslenen O_2 TNT'lerin karışma hızını arttırmakta, boyarmaddelerin akışkan fazdan TNT yüzeyine olan difüzyonu da buna bağlı olarak artmaktadır. Atıksu içerisinde çözünmüş O_2'nin giderime bir diğer olumlu katkısı e^- tutucu olarak görev yapması ve e^--h^+ çiftlerinin yeniden birleşmesini engellemesidir. Ayrıca O_2 gazının e^- ile etkileşimi sonucu açığa çıkan $O_2^{\cdot-}$ (süperoksit) anyon radikali de organik bileşikleri parçalayabilen reaktif bir türdür (Kehoe ve ark., 2001;Tseng ve ark., 2012). Yapılan fotokatalitik oksidasyon deneylerinin ilk 20 dakikasında O_2 beslemesi yapılan koşulda %59 giderim görülürken, O_2 beslemesi yapılmayan koşulda ise %50'lik bir giderime ulaşılmıştır (Şekil 4). Zamanla her iki koşulda elde edilen giderim değerleri arasındaki fark azalmış 120. dakika sonunda O_2 beslemeli ve O_2 beslemesiz koşullardaki giderim değerleri sırasıyla %96 ve %93 olmuştur. O_2 beslemesinin olmadığı koşuldaki giderimin O_2 beslemesi olduğu koşula yaklaşması, O_2 beslemesinin olmadığı koşullarda havadaki O_2 nin zamanla suda çözünmesi ve atıksu içerisindeki boyarmadde derişiminin azalması ile çözünmüş O_2'nin boyarmadde giderimi için yeterli miktara ulaşması sonucu olduğu tahmin edilmektedir.



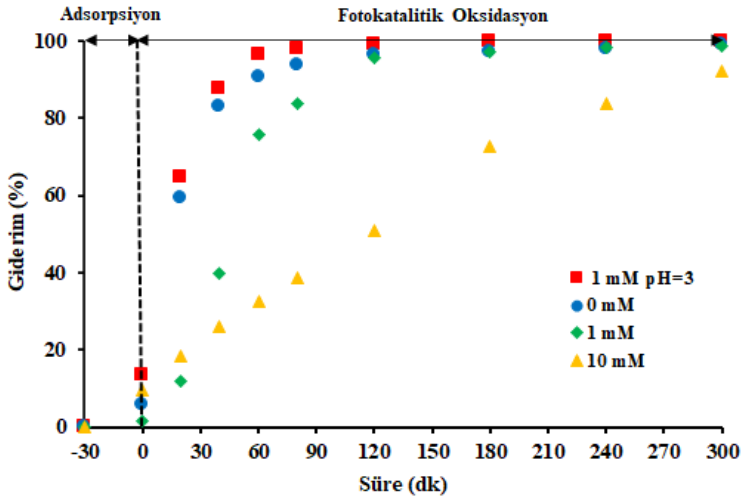
Şekil 4. O_2 gazı beslemesinin benzetim boya banyosu atıksuyu giderimine etkisi

UV-A/TNT sisteminde benzetim boya banyosu atıksuyu gideriminde H_2O_2 oksidantı kullanımına reaksiyon pH'sının etkisinin belirlenmesi amacı ile 0.5 g dm^{-3} TNT kullanılarak atıksuyun kendi pH değerinde 1 mM ve 10 mM H_2O_2 kullanılarak, pH 3 değerinde ise 1 mM H_2O_2 kullanılarak fotokatalitik oksidasyon çalışmaları yapılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar aynı koşullarda oksidant kullanılmayan deneysel çalışmanın sonucu ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar Şekil 5'de görülmektedir. Atıksuyun kendi pH değeri olan 11.5'da H_2O_2 kullanılmadan yapılan deneysel çalışmada 60. dakika %91 oranında giderim görülürken, 1 mM H_2O_2 kullanıldığında giderim %76'da, 10 mM kullanıldığında %33'de kalmıştır.1 mM H_2O_2 ile pH=3'de ise giderim oranı %96'ya çıkmıştır. 120 dakika sonrasında ise H_2O_2 kullanılmadan ve 1 mM H_2O_2 kullanılarak yapılan deneysel çalışmaların her ikisinde de %96 giderim elde edilirken 10 mM H_2O_2 kullanımı ile elde edilen giderim %51'de kalmıştır. Reaksiyon ortamının pH değerinin 3 olduğu koşulda 1 mM H_2O_2 ile %100 giderim elde edilmiştir. 300 dakika sonunda H_2O_2 olmaksızın yapılan deneysel çalışmada ve 1 mM H_2O_2 kullanılan deneysel çalışmada giderim oranları %99'a ulaşırken 10 mM kullanıldığında giderim %92 olmuştur. Benzetim boya banyosu atıksuyunun doğal pH değeri olan 11.5'de H_2O_2 bileşiği Eşitlik 2'ye göre bozunarak HO_2^- (hidroperoksit) anyonuna dönüşmektedir. Bu anyon da ortamda bulunan ·OH radikalleri ile etkileşerek $O_2^{\cdot-}$ anyon radikaline dönüşmektedir (Eşitlik 3). $O_2^{\cdot-}$ radikalinin oksidasyon potansiyelinin ·OH radikalinden düşük olması H_2O_2'nin giderimi azaltıcı etkisine yol açtığı düşünülmektedir. H_2O_2, pH 3 değerinde ise Eşitlik 4'deki gibi ·OH radikallerine dönüşür (Lee ve ark., 2022). TNT/UV-A etkileşimim sonucu oluşan radikallere H_2O_2' den gelen radikaller ·OH eklenince giderim artmıştır.

$$H_2O_2 \longrightarrow H^+ + HO_2^- \quad (2)$$

$$\cdot OH + HO_2^- \longrightarrow O_2^{\cdot-} + H_2O \quad (3)$$

$$H_2O_2 + h\nu \longrightarrow 2\,\cdot OH \quad (4)$$



Şekil 5. H_2O_2 eklenmesinin benzetim boya banyosu atıksuyu giderimine etkisi

SONUÇ

Hidrotermal yöntem ile sentezlenmiş TiO_2 nanotüplerin, Reactive Black 5 boyarmaddesi kullanılarak hazırlanmış benzetim boya banyosu atıksuyu giderimindeki fotokatalitik etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada TiO_2 nanotüp derişimi artışı ile atıksu giderimi artmıştır. Kullanılan UV lamba gücünün artışı da giderimi hızlandıran bir etken olmuştur. Reaksiyon ortamına O_2 beslendiği koşullardaki giderim besleme yapılmayan koşullara göre daha hızlı olmuştur. H_2O_2 kullanımı pH=11.5 değerinde giderimi azaltıcı etkisi olurken pH=3 değerinde giderimi arttırmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya 2014/08 nolu proje ile maddi destek sağlayan İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (İUBAP) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Alkanad K, Hezam A, Al-Zaqri N, Bajiri, MA, Alnaggar G, Drmosh QA, Almukhlifi HA, Neratur Krishnappagowda L 2022. One-Step Hydrothermal Synthesis of Anatase TiO_2 Nanotubes for Efficient Photocatalytic CO_2 Reduction. ACS Omega, 7:38686–38699.

Azanaw A, Birlie B, Teshome B, Jemberie M 2022. Textile effluent treatment methods and eco-friendly resolution of textile wastewater. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, 6:100230.

Chandanshive VV, Kadam SK, Khandare RV, Kurade MB, Jeon BH, Jadhav JP, Govindwar SP 2018. In situ phytoremediation of dyes from textile wastewater using garden ornamental plants, effect on soil quality and plant growth. Chemosphere, 210: 968-976.

Chiou CH, Wu CY, Juang RS 2008. Influence of operating parameters on photocatalytic degradation of phenol in UV/TiO2 process. Chemical Engineering Journal, 139(2):322-329.

Karakurt H, Kartal OE 2022. Investigation of photocatalytic activity of TiO_2 nanotubes synthesized by hydrothermal method. Chemical Engineering Communications, https://doi.org/10.1080/00986445.2022.2103683

Kehoe SC, Joyce TM, Ibrahim P, Gillespie JB, Shahar RA, McGuigan KG 2001. Effect of agitation, turbidity, aluminium foil reflectors and container volume on the inactivation efficiency of batch-process solar disinfectors. Water Research, 35(4):1061-1065.

Kusic H, Koprivanac N, Horvat S, Bakija S, Bozic AL 2009. Modeling dye degradation kinetic using dark- and photo-Fenton type processes. Chemical Engineering Journal, 155(1-2):144-154.

Lama G, Meijide J, Sanromán A, Pazos M 2022. Heterogeneous Advanced Oxidation Processes: Current Approaches for Wastewater Treatment. Catalysts, 12(3):344.

Lee YM, Lee G, Zoh KD 2021. Benzophenone-3 degradation via UV/H_2O_2 and UV/persulfate reactions. Journal of Hazardous Materials, 403 (2021): 123591.

Navarro P, Pellicer JA, Gómez-López VM 2019. Degradation of azo dye by an UV/H_2O_2 advanced oxidation process using an amalgam lamp. Water and environment journal, 33(3):476-483.

Nickheslat A, Amin MM, Izanloo H, Fatehizadeh A, Mousavi SM 2013. Phenol photocatalytic degradation by advanced oxidation process under ultraviolet radiation using titanium dioxide. Journal of Environmental and Public Health, 2013:1-9.

Ou HH, Lo SL 2007. Review of titania nanotubes synthesized via the hydrothermal treatment: Fabrication, modification, and application. Separation and Purification Technology, 58(1):179-191.

Tseng DH, Juang LC, Huang HH 2012. Effect of oxygen and hydrogen peroxide on the photocatalytic degradation of monochlorobenzene in aqueous suspension. International Journal of Photoenergy, 2012:1-9.

Verma AK, Dash RR, Bhunia P 2012. A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters. Journal of environmental management, 93(1):154-168.

Zhang Y, Shaad K, Vollmer D, Ma C 2021. Treatment of Textile Wastewater Using Advanced Oxidation Processes—A Critical Review. Water, 13(24):3515.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Novel driving method for thermoelectric cooler modules

Ilhan Kahraman(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0662-1636), Naim Derebasi(ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2546-0022)
Bursa Uludag University, Department of Physics, Gorukle Bursa, Turkey
Bursa Uludag University, Department of Physics, Gorukle Bursa, Turkey

kahramanilhan85@gmail.com

Abstract

Driving current of thermoelectric cooler(TEC) modules is one of the method to advance their cooling efficiency. Conventionally TEC modules driven with direct current(DC) or pulse width modulation(PWM) methods. However, some limitations of these methods exist in the application such as complex electronic circuits and distorting effect of high switching frequencies. A novel rectangular pulse current(RPC) driving method which is the constant duty cycle, was developed by optimising the input power due to low pulse frequency(≤1000Hz) of square wave to enhance the cooling efficiency and thermal stability of TEC module. An experimental set up including thermoelectric module, signal processing and temperature control parts was constructed and the system provides the same conditions for different driving methods. The measurement results show that the coefficient of performance of thermoelectric module with the RPC driving method was increased up to 19% as compared to DC driving method. The RPC driving method can be made a significant contribution to cooling challenges and technology in the field of semiconductor applications due to its particular properties.

Key words: thermoelectric cooler module, cooling performance, drive method, rectangular pulse, direct current

INTRODUCTION

In recent years, heat dissipation of electronic systems has grown rapidly with improving manufacturing technology. This growth has induced a serious electronic cooling problem. A conventional cooling system includes an evaporator, a compressor and a condenser and they are widely using for many purposes. However, energy costs and environmental regulations regarding the manufacture and release of chlorofluorocarbons (CFCs) are also increasing. These facts are encouraging manufacturers and their customers to seek alternative for conventional cooling technology [1].

Being no moving parts, environmentally friendly technology and requiring almost no maintenance, thermoelectric technology has become one of the most promising alternative methods to solve increasingly serious energy shortage and environmental pollution problems. Thermoelectric cooler (TEC) modules have been applied for electronic cooling in many industries such as medical instrument, aerospace, military, industrial products, offering the advantages of small size, quite operation, long lasting time, ease of use and reliability [2].

The coefficient of performance (COP) for the thermoelectric technology is the ratio of output and input energy, which depends on the current through the module and the temperature difference between two sides of the thermoelectric module. The COP of thermoelectric module is smaller than the COP of conventional cooling system has. Therefore much research has focused on the improvement of the COP of thermoelectric cooling systems by means of developing new materials for the TEC modules, optimization of module systems design, fabrication, improvement of the heat exchange efficiency and optimisation for geometrical dimensions of each pellet of TEC [1, 2, 3, 4, 5]. However, few studies have been carried out on the performance of cooling modules including the current driving method of them [2, 6].

This research concentrates on the current driving method of TEC module to improve its COP. One method of driving TEC modules is on-off control in which constant dc current is interrupted according to a set temperature [2]. The other driving method is based on pulse width modulation(PWM) to control the current passing through the module [6]. In this research, an optimised pulse frequency modulation(RPC) driving current is applied to the module to reduce the Joule heating and then to control the temperature of TEC module and improving the COP.

2. THEORY OF THERMOELECTRIC COOLING

A typical TEC module (Peltier module) consists of *p*- and *n*-type pellets connected electrically in series and thermally parallel sandwiched between two ceramics substrates. Whenever direct current passes through the circuit of thermoelectric heterogeneous conductors, it causes temperature differential between TEC module sides. As a result, one TEC face, which is called cold side, will be cooled while its opposite face, which is called hot side, is simultaneously heated. This phenomenon is known as the Peltier effect [8]. The refrigeration capability of a semiconductor material is dependent on combined effect of the material's Seebeck voltage, electrical resistivity, and thermal conductivity over the operational temperature range between cold and hot ends [2, 9]. It can be expressed as an endothermic quantity (Q_c) at the cold side and given by;

$$Q_c = \alpha I T_c - \frac{I^2 \rho l}{2A} - k\Delta T \quad (1)$$

where α, I and T_c, in the first term are the Seebeck coefficient [V/K], the direct current [A] passing through the module and the cold side temperature [K], ρ, *l* and A in the second term are the electrical resistivity [Ω m], length [m] and cross sectional area [m^2] of thermoelectric material, *k* and ΔT in the last term are the thermal conductance [W/K] and the temperature difference [K] between the hot and cold sides of thermoelectric couple, respectively.

The first term on the right hand side of Eq. (1) represents the Peltier effect, and is thought to generate heat flow proportional to the average current I. The second term represents the reduction in endothermic quantity due to the heat generation of the Peltier device itself, and corresponds to the half of the Joule heating of the Peltier device. The last term describes the reverse heat flow from the high temperature part due to the low temperature part.

The electrical energy consumption (Q_p) [W] of a couple is given by;

$$Q_P = \frac{I^2 \rho l}{A} + \alpha I \Delta T \quad (2)$$

The electric power consumption of a thermoelectric couple is used to generate the Joule heat and overcome the Seebeck effect, which generates power due to the temperature difference between two junctions of the couple. The COP of the thermoelectric couple for cooling is given by;

$$COP = \frac{Q_c}{Q_P} = \frac{\alpha I T_c - \frac{I^2 \rho l}{2A} - k\Delta T}{\frac{I^2 \rho l}{A} + \alpha I \Delta T} \quad (3)$$

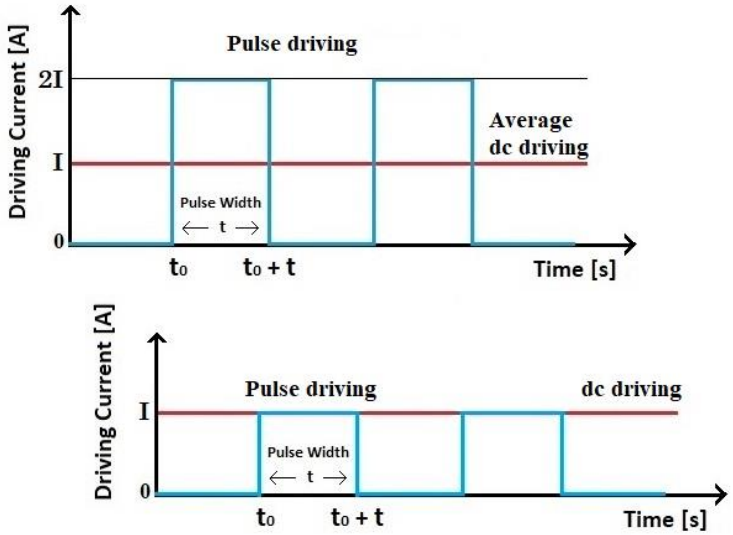
The COP of a thermoelectric material is a combined effect of the material Seebeck coefficient, electrical resistivity, geometrical dimensions of thermoelectric material and thermal conductivity over the operational temperature range between the cold and hot ends. The performance of thermoelectric material is called as a figure of merit (Z) and expresses;

$$ZT = \frac{\alpha^2 A}{k \rho l} T = \frac{\alpha^2}{kR} T \quad (4)$$

Each of the *n*- and *p*-type thermoelectric material properties varies as a function of temperature and therefore the figure of merit for each material is temperature dependent. Maximising the figure of merit is larger objective in the selection and optimising of thermoelectric materials and then it limits the temperature differential, whereas the geometrical dimensions for each *n*- and *p*-type of material defines the heat pumping capacity. The most widely used thermoelectric material for cooling in the temperature range of 0-200 ºC is the Bismuth-Telluride (Bi_2Te_3) due to its thermal properties at room temperature as compared to other thermoelectric materials [10].

3. DRIVING METHOD

Analysing the pulse current driving with constant amplitude the reduction in pulse current power (P_{pc}) can be understood in the endothermic quantity due to the heat generation of the Peltier device itself during the pulse driving. The duty cycle (one period) of the pulse driving is based on the driving current waveform of the Peltier device shown in Fig. 1. The reduction in the endothermic quantity can be explained in terms of average current applied to the Peltier device (I_{av}) as;



(a) (b)

Fig. 1. Driving current waveforms in different magnitudes, a) average and b) constant.

$$\frac{P_{pc}}{N} = \frac{\rho l}{2A} N \left(\frac{I_{av}}{N}\right)^2 = \frac{\rho l}{2A} \frac{I_{av}^2}{N} \quad (5)$$

where N is a real number between zero and one. Also, the reduction in the dc power (P_{dc}) of endothermic quantity, when applying the same average current I_{av} as dc to obtain the same Peltier effect, is expressed as;

$$\frac{P_{dc}}{N} == \frac{\rho l}{2A} \frac{I_{av}^2}{N} \quad (6)$$

The reduction in power using the PWM control is analysed in the endothermic quantity due to heat generation of the Peltier device itself during pulse driving with 50% duty cycle [2]. In addition, it is compared to the same average current as dc to obtain the same Peltier effect. In this case, when the average current is I, the peak of pulse drive must be 2I in the 50% duty cycle of PWM [Fig 2 (a)]. However, in this research, the average current and the peak of pulse drive are in the 50% duty cycle with the same magnitude and the performance of Peltier module driving with average dc is compared with pulse driving [Fig. 2 (b)]. Accordingly, it is clear that the reduction in driving power of endothermic quantity can be reduced N times regarding the driving direct current. The COP of the Peltier device can be expressed by;

$$COP = \frac{Q_c}{P_p} \quad (7)$$

where Q_c and P_p are the heat absorption and power consumption of the Peltier device respectively. The heat absorption can be calculated as;

$$Q_c = m\ C\ \Delta T \quad (8)$$

where m is the mass of heated side of the Peltier device [kg], C is the specific heat [J(kg K)] and ΔT is the temperature difference between hot and cold sides of Peltier device. The power consumption of the Peltier device can be calculated by input power as;

$$Q_p = IV \quad (9)$$

EXPERIMENTAL SET UP

The measurement system consists of 3 parts: driving of Peltier module, signal processing and temperature control. Fig. 2 shows a block diagram of the system. The Peltier module, type Z-MAX BV-2H, which has an aluminium layer on both sides is used. Thus, it is ease of fitting to the heat sink and minimises the heat loss. Table 1 shows the technical specifications of the Peltier module used. Peltier modules are very sensitive for the waveform of driving current and then their performance can be affected if the driving current has any harmonic or noise. Two batteries, which are 12 V 9 A in power, are used as a power supply. They are connected in series to increase the output voltage and can be provided a continuous noiseless power to be able to tolerate the power loss of Peltier module. A DC-DC converter, [Fig. 3] type DPS5015, is connected to the batteries in series to limit the driving current of the Peltier module with varied current values in the range of 0.5 to 5 A.

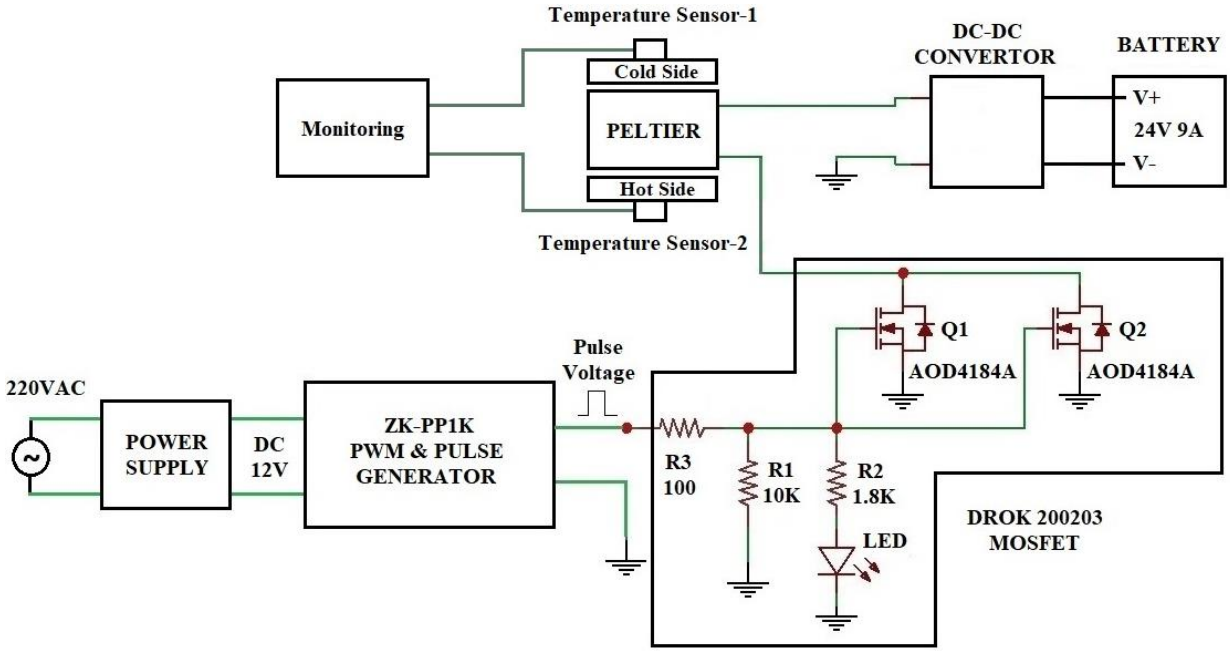


Fig. 2. Block diagram of measurement system.

Table 1. Technical specifications of the Peltier module used.

Dimensions	W70xD70xH27 (mm)
Cooling performance	57.8 W
Rated voltage	DC ±12 V
Rated current	6 A
Inner resistance	1.35 - 1.65 Ω

In signal processing part, a square wave generator type, ZK-PP1K produces a square signal 0 - 5 V, 30 mA, from 1 Hz to 150 kHz operating frequency. Its duty cycle can be arranged from 1% to 100%, but in this system, 50% duty cycle was chosen to drive the module at varied frequency. The output of square wave generator is connected to the MOSFET transistors, type DROK 200203. They can be operated from 5 - 36V up to 15A current and 20kHz frequency as an output. Since the tested Peltier module operates 12V, 6A power. The MOSFET transistors are increased the peak of square wave signal to this level of power.
In the temperature control part, the temperature on hot and cold sides of the Peltier device was measured by two digital thermometers, type LT172N. The initial temperature was recorded as a room temperature by means of a digital thermometer, just before the tests were begun to keep the thermal stability of hot and cold surfaces of the module. The LT172N digital thermometers have ±3% sensitivity in full scale due to

their temperature sensors used, which are the NTC thermistor, type GM-NTC-105C. The sensitivity of other measurement devices is less than ±0.001 in full scale. Therefore, the maximum overall measurement error of the system is found to be around ±3%. Fig. 3 and Fig. 4 show the general view of measurement system and Peltier device system respectively.

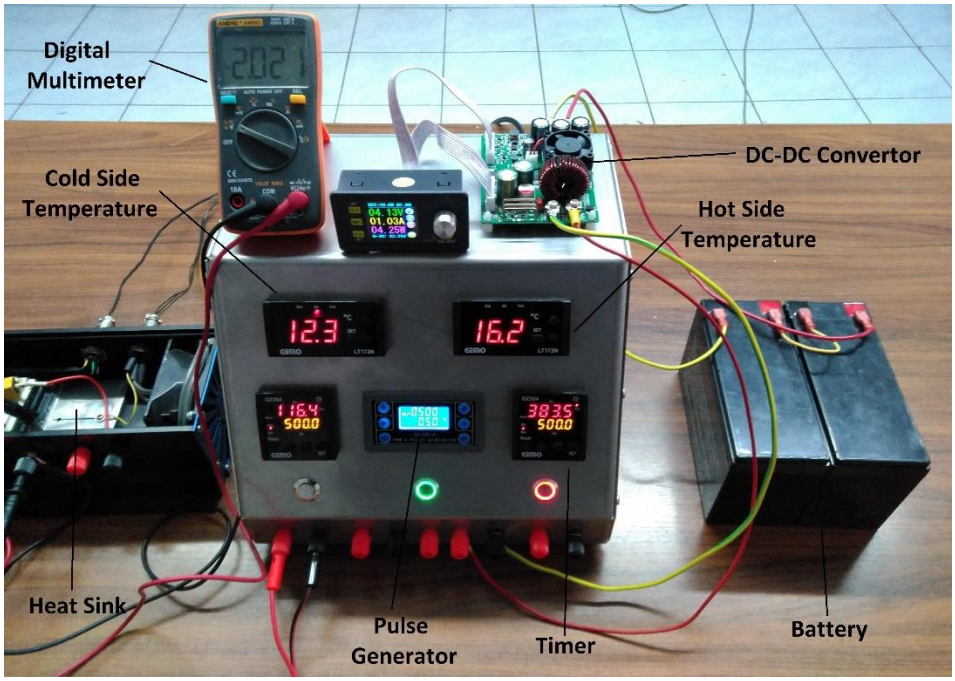


Fig. 3. View of measurement system.

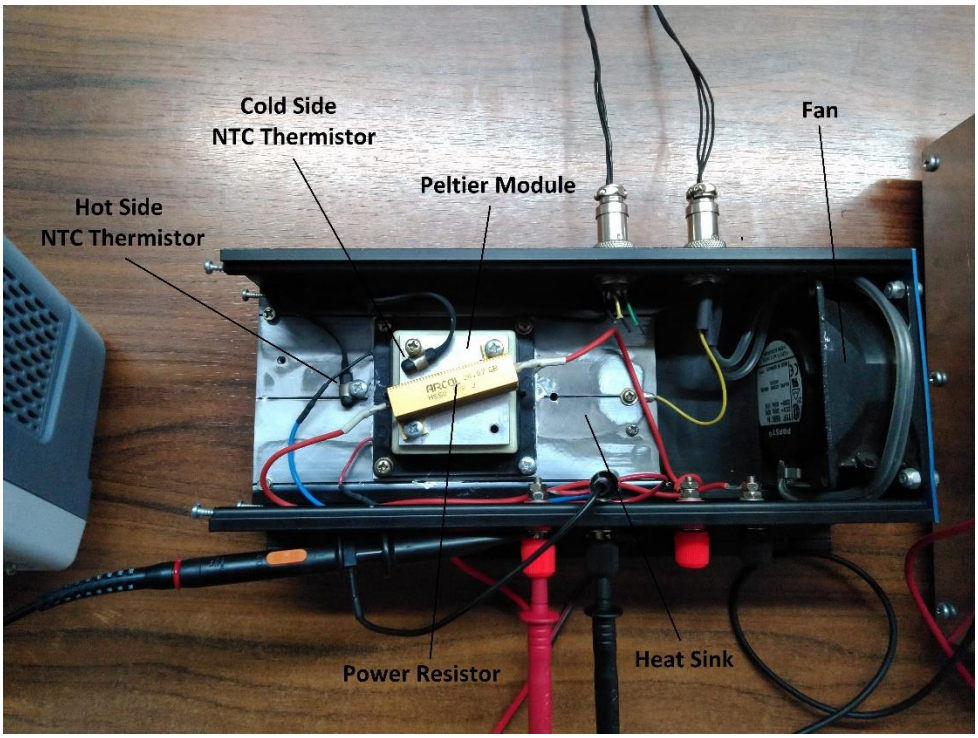


Fig. 4. Peltier device system.

RESULTS AND DISCUSSIONS

When the Peltier module is operated, it is heated up itself due to current passing through it and then its resistance changes. The voltage across the module varies with temperature, because, the current passing through the module keeps constant continuously. The voltage across the module was measured by a DC-DC convertor including LCD display and also it checked with oscilloscope, type UNI-T UTD2102CEX. Fig. 5 shows the variation of module resistance with the temperature difference between the cold and hot sides of the TEC module under constant 1 A dc current and in 500 seconds test time. The resistance of the

module slightly increases with the temperature difference up to about 1 °C, whereas it keeps almost constant at higher temperature difference values above 1 °C. The maximum change was about 0.59 ohm with the temperature difference 8.2°C. The aim of the research is to compare the performance of the module with applying DC current and square wave current. The dc current value was chosen from the peak value of the square waveform. Thus, the driving of the module was realised using the same system and conditions during the tests and both methods can be comparable in the same condition. The measurements were carried out using dc driving current values with 0.5, 1, 2, 3, 4 and 5 A and the obtained results were summarised in Table 2. The temperature difference (ΔT) increases with increasing dc current and voltage of the module, whereas the COP value decreases. The COP value was dramatically reduced after 1 A dc current.

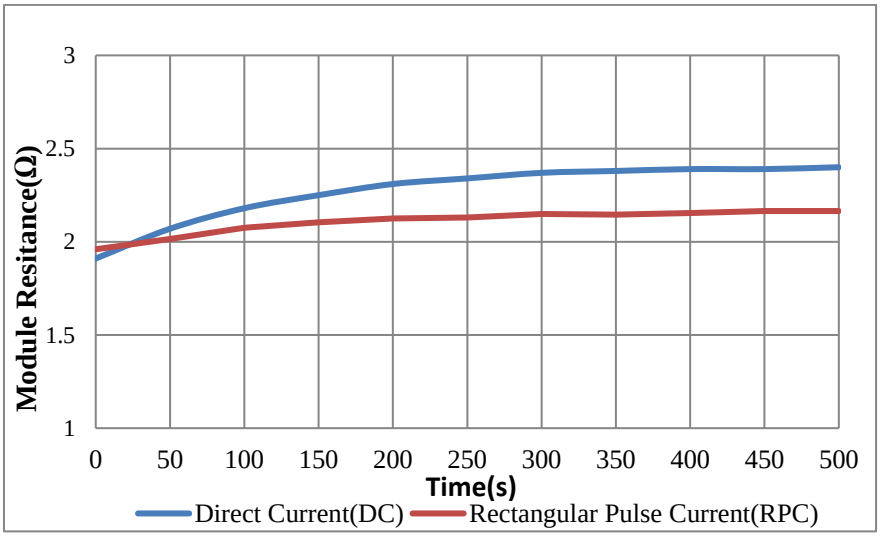


Fig. 5. Variation of module resistance with the temperature difference ΔT under constant 1 A dc current and in 500 seconds test time.

Table. 2. Measurement results at varied dc driving current values in 500 s test time.

Direct Current(DC)										
Current (A)	Cold Side Temperature (°C)	Hot Side Temperature (°C)	Ambient Temperature (°C)	ΔT (T_h-T_c) (°C)	ΔT (T_a-T_c) (°C)	$V_{(forward)}$ (V)	$V_{(average)}$ (V)	R(Ω)	COP	Test Time (s)
0.5	14.6	18.5	17.8	3.9	3.2	1.26	1.17	2.52	1.91	500
1.0	10.0	18.2	17.3	8.2	7.3	2.40	2.24	2.40	1.13	500
2.0	6.4	19.8	17.6	13.4	11.2	4.66	4.37	2.33	0.45	500
3.0	3.2	22.3	17.6	19.1	14.4	6.84	6.50	2.28	0.26	500
4.0	0.3	25.0	17.6	24.7	17.3	9.19	8.72	2.30	0.17	500
5.0	-0.9	27.9	17.6	28.8	18.5	11.50	10.95	2.30	0.12	500

The Peltier module was also derived by the square wave (50% duty cycle) with frequency values at 50, 100, 200, 300, 400, 500 and 1000 Hz. The operating frequency was determined by comparing the COP values among experimental data. Although they are very close to each other as shown in Table 3. The thermoelectric module has the best COP value at 500 Hz for the square wave driving current.
Electromagnetic interference is a critical issue during experiments due to the high frequency current pulses at Peltier modules. An appropriate shielding and smart control techniques are the tools for the employment of higher switching frequencies above 10 kHz [6]. Therefore, the electromagnetic interference issues, which emerged during experimental process, have raised considerable limitations on the PWM applicability. However, the electromagnetic interference can be ignored in the RPC applicability due to its low switching frequency. Moreover, the system does not require extra electronic circuit protection such as shielding, filtering, wire length and appropriate location of them.

When the COP value in the PWM driving method was compared with the COP value in the dc constant driving method has almost double shows that the RPC improves the cooling efficiency by reducing the input power due to the duty cycle in Peltier device.

Table 3. Measurement results at varied frequency and 1 A constant current in 500 s test time.

Current (A)	Frequency (Hz)	Cold Side Temperature (°C)	Hot Side Temperature (°C)	Ambient Temperature (°C)	ΔT (T_h-T_c) (°C)	$V_{(forward)}$ (V)	$V_{(average)}$ (V)	R(Ω)	COP	Test Time (s)
1.0	50	14.5	21.9	20.4	7.4	4.70	4.29	4.70	0.96	500
1.0	100	14.3	21.8	20.4	7.5	4.42	4.28	4.42	0.99	500
1.0	200	14.2	21.5	20.3	7.3	4.36	4.22	4.36	1.01	500
1.0	300	14.1	21.5	20.0	7.4	4.34	4.20	4.34	0.98	500
1.0	400	14.3	21.8	20.0	7.5	4.33	4.19	4.33	0.95	500
1.0	500	13.7	21.2	20.0	7.5	4.31	4.18	4.31	**1.05**	500
1.0	1000	14.6	22.0	20.8	7.4	4.26	4.13	4.26	1.04	500

The experimental data using the RPC method with 50% duty cycle during 500s test time were summarised in Table 4. It is clear that the COP was improved by the RPC driving method. Improvement of COP was maximum at 0.5A with 19%, whereas low than 1A RPC driving method more efficiency as compared to the dc driving current method. Fig. 6 shows variation of COP with dc and pulse driving method and improvement % between them. The COP values at low driving current were found to be higher than the COP values at high driving current due the input power and the Joule heating. Variation of COP with driving current is not linear; it seems an exponential change exists, since the thermoelectric semiconductors has non-liner property.

Table 4. . Measurement results at square wave driving current with 50% duty cycle in 500 s test time.

Rectangular Pulse Current(500Hz 50% Duty Cycle)										
Current (A)	Cold Side Temperature (°C)	Hot Side Temperature (°C)	Ambient Temperature (°C)	ΔT (T_h-T_c) (°C)	ΔT (T_a-T_c) (°C)	$V_{forward}$ (V)	$V_{average}$ (V)	R(Ω)	COP	Test Time (s)
0.5	14.0	17.9	17.6	3.9	3.6	2.20	2.12	4.40	2.37	500
1.0	11.2	18.7	17.6	7.5	6.4	4.33	4.21	4.33	1.06	500
2.0	8.2	20.7	17.7	12.5	9.5	8.45	8.22	4.23	0.40	500
3.0	7.4	24.3	17.6	16.9	10.2	12.65	12.33	4.22	0.19	500
4.0	8.5	28.6	17.7	20.1	9.2	17.27	16.79	4.20	0.10	500
5.0	11.5	33.5	17.6	22.0	6.1	20.78	20.44	4.16	0.04	500

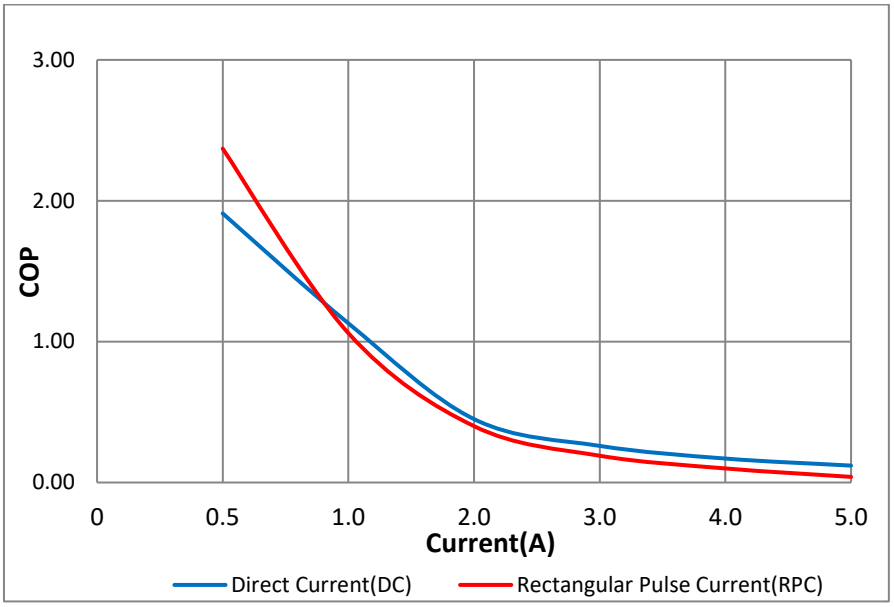


Fig.6. Variation of COP with DC and rectangular pulse current(RPC) driving and improvement % of COP.

CONCLUSIONS

The present research highlights the improvement efficiency of TEC module using the RPC driving method. The RPC and DC driving methods can be applied to the module using the system at the same condition. Therefore the results easily are comparable to each other. Although, the COP was improved using the DC current and the PWM methods. There are some disadvantages for them such as reducing the lasting time and considerable limitations due to high switching frequencies. The RPC driving method was developed by optimising the input power due to duty cycle of square wave and increased the cooling efficiency up to 19% as compared to the DC current driving method. Moreover, the driving system does not require an extra electronic circuitry for the electromagnetic interference due to its operating frequency. One of the significant contribution to the module resistance is to keep almost constant at higher ΔT values above 1°C. High COP value obtained by the RPC method indicates that there can be made a significant contribution to the cooling challenges and cooling technology in the field of semiconductor applications and technology. The RPC driving method can be useful for cooling and temperature stability of electronic devices by means of Peltier module.

ACKNOWLEDGEMENT

This research is a part of the Physics Ph.D. thesis of Ilhan Kahraman. The authors would like to thank Gempa Electro Mechanic and Engineering Co. for financial support and Kahramansan Technology for financial and technical support of this research.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

REFERENCES

[1]. N. Derebasi, M. Eltez, F. Guldiken, A. Sever, K. Kallis, H. Kilic and E.N. Ozmutlu, J. Elec. Mat. 44, 6, 1566 – 1572, (2015).
[2]. R. Sekiguchi, Y. Liu and Y. Sano, Elec. & Com. in Japan, 101, 5, 73 – 83, (2018).
[3] S. Twaha, J. Zhu, Y. Yan and B. Li, Ren. Sus. Energy Rev., 65, 698 – 726, (2016).
[4] Lv. Song, Q. Zuogin, H. Dengyun, L. Xiaoyuan and H. Wei, Energies, 13, 3142, 2 – 24, (2020).
[5] N. Derebasi, M. Eltez. F. Guldiken, A. Sever, K. Kallis and H. Kilic, J. Elec. Mat. 44, 6, 2068 – 2073, (2015).
[6] A. Baubaris, E. Karampasis, D. Voglitsis and N. Papanikolaou, PACET, (2017).

[7] A. C. Sulaiman N. A. M. Amin, M. H. Basha, at al., Matec Web of Conferences, 225, 03021, 1 – 10, (2018).
[8] D. M. Rowe, Thermoelectrics Handbook Macro to Nano, CRC Taylor & Francis, (2006).
[9] S. B. Riffat and X. Ma, Appl. Therm. Eng., 23, 913 - 935, (2003).
[10] A. Bar-Cohen, G. L. Solbrekken and K. Yazawa, IEEE Trans. Adv. Package, 28, 2, 231 – 239, (2005).

➢ *ORAL PRESENTATION*

Reactive Black 5 Azo Boyarmaddesinin Peroksidisülfat/Isı Sisteminde Gideriminin İncelenmesi

Feyza Omaç (*ORCID: 0000-0001-9400-6654*) Özlem Esen Kartal* (*ORCID: 0000-0002-7510-5427)*

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:ozlem.kartal@inonu.edu.tr

Özet

Tekstil endüstrisinde boyama işleminde yaygın olarak kullanılan azo boyarmaddelerin dirençli ve biyolojik olarak zor parçalanabilen yapıda olması nedeniyle bu atıksuların arıtılmasında sülfat radikali oluşumuna dayalı ileri oksidasyon prosesleri gibi etkin arıtım yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir. Peroksidisülfat UV, ısı ve geçiş metalleri ile aktive edildiğinde sülfat radikali oluşmaktadır. Bu çalışmada peroksidisülfat/ısı sisteminde Reactive Black 5 (RB5) boyarmaddesinin renk giderimine peroksidisülfat derişimi, aktivasyon sıcaklığı ve RB5 başlangıç derişimi gibi parametrelerin etkileri incelenmiştir. 55 °C aktivasyon sıcaklığında peroksidisülfat derişimi 1 mM'dan 3 mM'a yükseldiğinde renk giderimi %58'den %95'e artmıştır. Aktivasyon sıcaklığının artmasıyla renk giderimi önemli ölçüde artmış ve 40-55 °C sıcaklık aralığında RB5 boyarmaddesinin renk giderimi için aktivasyon enerjisi 190 kJ mol^{-1} olarak belirlenmiştir. Benzetim atıksuyu ile yapılan çalışmada 120 dakika sonunda %55 renk giderimi elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Reactive Black 5, peroksidisülfat, ısı aktivasyonu

Investigation of Removal of Reactive Black 5 Azo Dye in Peroxydisulfate/Heat System

Abstract

Since azo dyes used widely in dyeing process of textile industry are resistant and non-biodegradable, effective treatment methods such as advanced oxidation processes based on sulfate radical formation should be applied in the treatment of textile wastewaters. Sulfate radical is formed when peroxydisulfate is activated by UV, heat and transition metals. In this study, the effects of parameters such as peroxydisulfate concentration, activation temperature, and initial RB5 concentration on decolorization of Reactive Black 5(RB5) were investigated in peroxydisulfate/heat system. Decolorization increased from 58% to 95% when the peroxydisulfate concentration increased from 1 mM to 3 mM at an activation temperature of 55 °C. As activation temperature increased considerable increase in decolorization of RB5 was observed and the activation energy for decolorization of RB5 was determined as 190 kJ mol^{-1} in the temperature range of 40-55 °C. 55% decolorization was obtained after 120 minutes with simulated dye bath effluent.

Keywords: Reactive Black 5, peroxydisulfate, heat activation

GİRİŞ

Yapılarında azo grubu (-N=N-) içeren boyarmaddeler tekstil endüstrisinde pamuklu malzemeleri boyama işleminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu boyarmaddeler dirençli ve biyolojik olarak giderilemeyen bileşiklerdir. Tekstil endüstrisinde fazla miktarda su tüketilmesinden ve kullanılan boyarmaddelerden dolayı çıkan atıksu fazla miktarda ve renkli olmaktadır. Ayrıca boyama işleminde azo boyarmaddelerin kullanımından dolayı BOD/COD oranı 0.4'den küçüktür. Bu oranın 0.4'den küçük olması bu atıksuların biyolojik olarak gideriminin zor olduğunu göstermektedir (Bilin´ska ve ark., 2016). Tekstil endüstrisi atıksularının arıtılmadan su ortamlarına verilmesinin çevreyi olumsuz yönde etkileyecek birçok etkileri olmaktadır. Örneğin renkli tekstil atıksuları su ortamlarına verildiğinde, güneş ışığı su ortamlarına geçememekte ve fotosentez oluşumu engellenmektedir (Hoang ve ark., 2022; Verma ve Dash, 2012). Bu nedenle özellikle biyolojik olarak giderilemeyen endüstriyel atıksuların arıtımına yönelik son yıllarda sülfat radikali ($SO_4^{\cdot-}$) oluşumuna dayalı ileri oksidasyon proseslerinin kullanımı araştırılmaya başlanmıştır (Giannakis ve ark., 2021; Hoang ve ark., 2022; Yang ve ark., 2019). Bu proseslerde sülfat radikali peroksidisülfat (PS, $S_2O_8^{2-}$) ve peroksimonosülfat (PMS, HSO_5^-) gibi oksidantların UV, ısı ya da geçiş

metalleri ile aktive edilmesiyle oluşmaktadır (Wang ve Wang, 2018). Peroksidisülfat 2.1 V oksidasyon potansiyeline sahip güçlü bir oksidant olmasına karşın oda sıcaklığında kirleticileri giderme hızı yavaş olduğundan aktivasyon işleminin uygulanması gerekmektedir (Ike ve ark., 2018). Uygulanan aktivasyon işlemiyle peroksidisülfatın yapısında bulunan peroksit bağı (-O-O-) kopmakta ve sülfat radikali oluşmaktadır. Peroksidisülfatın ısı aktivasyonu ile sülfat radikali oluşumu Eşitlik 1'de verilmiştir.

$$S_2O_8^{2-} + \text{ısı} \longrightarrow 2SO_4^{\cdot-} \quad (1)$$

Oluşan sülfat radikali yüksek oksidasyon potansiyeline sahip güçlü bir oksidant olup organik kirleticilerden elektron transfer ederek organik katyon radikali oluşturmaktadır. Elektron transferi mekanizması ile organik kirleticiler ya daha az toksik bileşiklere parçalamakta ya da mineralize olarak CO_2 ve H_2O'ya dönüşmektedir (Gao ve ark., 2012).

Bu çalışmada peroksidisülfat oksidantı ısı ile aktive edilerek Reactive Black 5 (RB5) azo boyarmaddesinin giderimi incelenmiştir.

MATERYAL VE METOD

Belirlenen derişimde hazırlanan RB5 boyarmadde (DyStar) çözeltisi kuvarz camdan yapılmış reaktöre boşaltılarak manyetik karıştırıcı (Isolab) ile karıştırılır ve reaksiyon ortamının sıcaklığı sirkülasyonlu su banyosu (Nüve) kullanılarak istenilen sıcaklığa getirilir. Çözeltinin pH'ı 0.1 M HCl (Merck, %37) çözeltisi ile 5'e ayarlandıktan sonra, $Na_2S_2O_8$ (Sigma –Aldrich) eklenerek deney başlatılır. Deney süresinde belirlenen sürelerde reaksiyon ortamından örnekler alınarak RB5 boyarmaddesinin 597 nm'de maksimum absorbans değeri UV-Vis Spektrofotometresi(UV-1800 Shimadzu) ile ölçülmüştür. Kalibrasyon grafiğinden yararlanılarak ölçülen absorbans değerlerine karşılık gelen derişim değerleri hesaplanmış ve 2 numaralı eşitlik kullanılarak % renk giderimi belirlenmiştir (Omaç F, 2021).

$$\%\ \text{Renk Giderimi} = \frac{C_0 - C}{C_0} \text{x} 100 \quad (2)$$

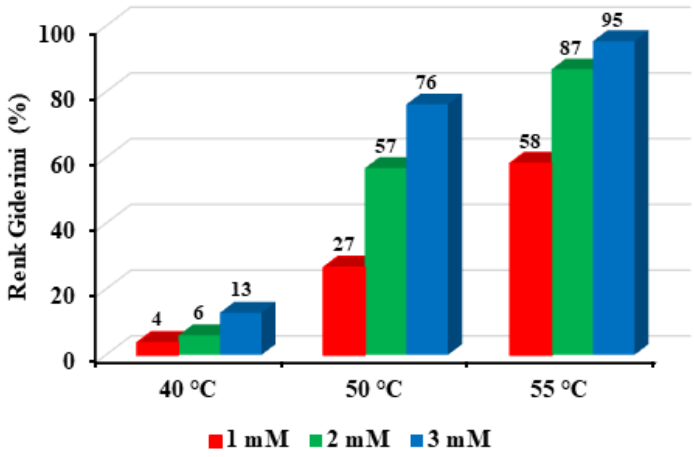
burada C_o and C sırasıyla t=0 ve t=t anındaki RB5 derişimidir.

Deneysel çalışmalarda kullanılan RB5 boyarmaddesi içeren benzetim atıksuyu 20 g/L Na_2CO_3, 1.8 g/L NaOH ve 65 g/L NaCl kullanılarak hazırlanmıştır.

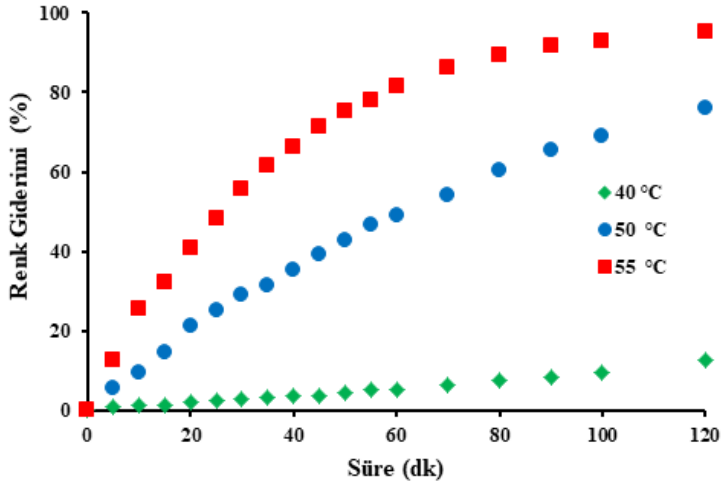
BULGULAR ve TARTIŞMA

Peroksidisülfat derişiminin RB5 boyarmaddesinin renk giderimine etkisini incelemek amacıyla farklı sıcaklıklarda 1-3 mM derişim aralığında deneysel çalışmalar yapılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir. 40°C aktivasyon sıcaklığında peroksidisülfat derişiminin artması ile RB5 boyarmaddesinin renk gideriminde önemli bir artış gözlenmemiştir. Aktivasyon sıcaklığı 50°C olduğunda 1 mM, 2 mM ve 3 mM derişim değerleri için sırasıyla %27, %57 ve %76 giderim elde edilirken aktivasyon sıcaklığının 55°C'ye yükseltilmesiyle her üç derişim değeri için sırasıyla %58, %87 ve %95 giderim değeri elde edilmiştir. Peroksidisülfat miktarı artmasıyla daha fazla sülfat radikali oluştuğundan renk giderimi artmaktadır (Chekem ve ark., 2020). Bu sonuçlardan aktivasyon sıcaklığının da renk giderimi üzerinde önemli bir etkisi olduğu anlaşılmaktadır.

Aktivasyon sıcaklığının RB5 boyarmaddesinin renk giderimine etkisini incelemek amacıyla 3 mM peroksidisülfat derişiminde farklı aktivasyon sıcaklıklarında yapılan deneylerde elde edilen sonuçlar Şekil 2'de verilmiştir. 40, 50 ve 55 °C sıcaklık değerlerinde sırasıyla %13, %76 ve %95 renk giderimi elde edilmiştir. Aktivasyon sıcaklığının artması ile giderim önemli ölçüde artmaktadır. Sülfat radikalinin oluşması için peroksidisülfat oksidantının aktive edilip peroksit bağlarının enerji sağlanarak kopması gerekmektedir. Peroksidisulfat yapısındaki peroksit bağlarının bağlanma enerjisi 140 kJ/mol olup 50°C'den yüksek sıcaklıklarda sağlanan enerji ile bu bağlar kopmaktadır (Zhou ve ark., 2019). Aktivasyon sıcaklığın yükselmesi ile peroksidisülfatın bozunması artmakta ve bunun sonucunda daha fazla sülfat radikali oluşmaktadır (Luo ve ark., 2020; Xu ve ark., 2016).



Şekil 1. Peroksidisülfat miktarının farklı sıcaklıklarda RB5 boyarmaddesinin renk giderimine etkisi (pH=5, [RB5]=30 ppm)



Şekil 2. Aktivasyon sıcaklığının RB5 renk giderimine etkisi (pH=5, [PS]=3 mM, [RB5]=30 ppm)

RB5 boyarmaddesinin renk giderim hızı, yalancı birinci mertebe kinetik modele göre Eşitlik 3'de verildiği gibi yazılabilir (Ghauch ve ark.,2012; Sun ve ark.,2019).

$$r = -\frac{d[RB5]}{dt} = k_{gör}[\text{RB5}] \quad (3)$$

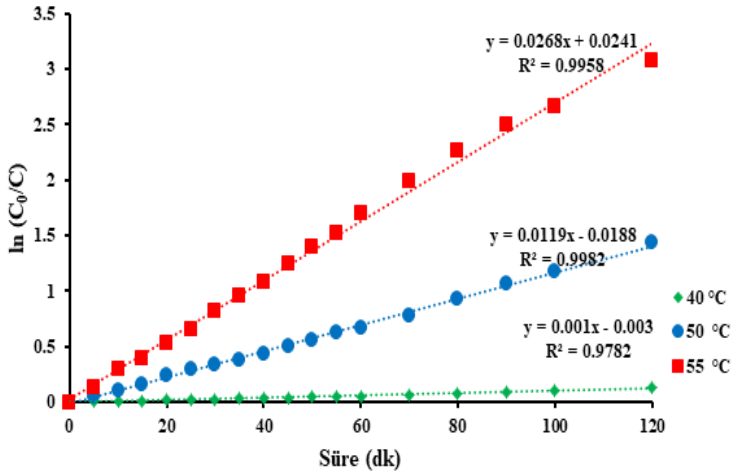
Burada,

r : Renk giderim hızı (mg dm^{-3} dk^{-1})
kgör : Görünür hız sabiti (dk^{-1})
[RB5] : RB5 derişimi (mg dm^{-3})
t : Süre (dk)

3 numaralı eşitliğin integrali alınarak 4 numaralı eşitlik elde edilir.

$$\ln\left(\frac{C_o}{C}\right) = k_{gör}t \quad (4)$$

Her bir aktivasyon sıcaklığı için ln (C_o/C) değerleri t'ye karşı çizildiğinde elde edilen doğrularım eğiminden $k_{gör}$ değerleri bulunur (Şekil 3). 40, 50 ve 55 °C sıcaklık değerleri için $k_{gör}$ değerleri sırasıyla 0.001 dk^{-1}, 0.0119 dk^{-1} ve 0.0268 dk^{-1} olarak belirlenmiştir.



Şekil 3. Farklı aktivasyon sıcaklık değerleri için çizilen ln$[RB5]_O$/[RB5] – t grafiği (pH=5, [PS]=3 mM, [RB5]=30 ppm)

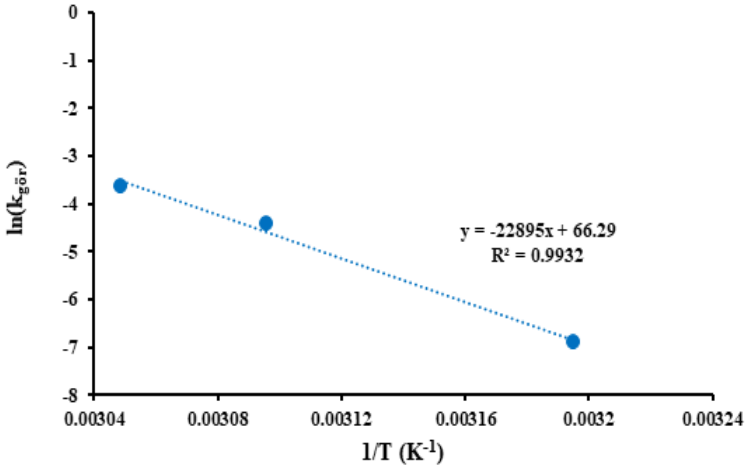
Belirlenen $k_{gör}$ değerleri kullanılarak bu değerlerin sıcaklığa bağlı olarak değişimini veren Arrhenius eşitliğinden (Eşitlik 5) aktivasyon enerjisi hesaplanır (Chekem ve ark., 2020). 1/T değerlerine karşı çizilen $lnk_{gör}$ grafiği doğrusal olup eğimi –Ea/R'ye eşittir (Şekil 4) ve bu eğim değerinden RB5 boyarmaddesinin renk giderimi için aktivasyon enerjisi 190 kJ mol^{-1} olarak hesaplanmıştır.

$$lnk_{gör} = lnA - \frac{E_a}{RT} \quad (5)$$

Burada,

A : Frekans faktörü
E_a : Aktivasyon enerjisi (J mol^{-1})
R : Gaz sabiti (8.314 J mol^{-1} K^{-1})
T : Mutlak sıcaklık (K)

Isı ile aktive edilmiş peroksidisülfat kullanılarak yapılan çalışmalarda belirlenen aktivasyon enerjisi değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

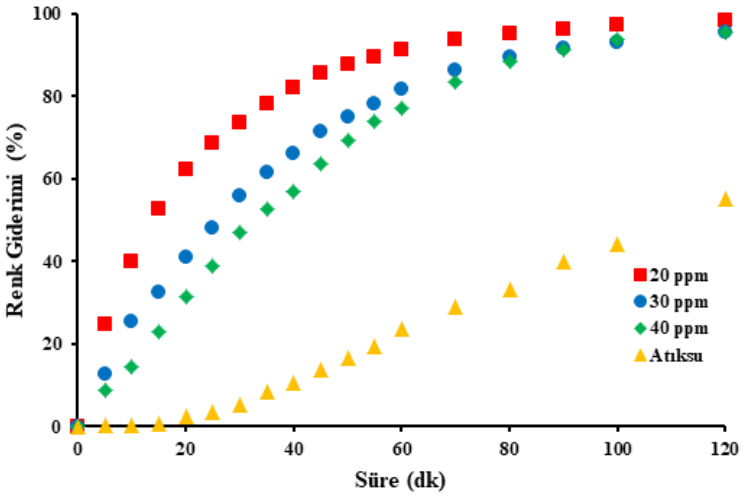


Şekil 4. RB5 boyarmaddesinin renk giderimi için 40-55 °C sıcaklık aralığında çizilen Arrhenius grafiği

Tablo 1. Peroksidisülfat/Isı sisteminde farklı bileşikler için belirlenen aktivasyon enerjisi değerleri

Bileşik	Sıcaklık aralığı (°C)	Aktivasyon enerjisi (kJ mol^{-1})	Kaynak
Ibuprofen	50-70	168	Ghauch ve ark., 2012
Bisfenol A	40-70	184	Olmez-Hanci ve ark., 2013
Atrazin	30-60	141	Ji ve ark., 2015
Reactive Black 5	40-70	141	Andrew ve ark., 2020
Reactive Black 5	40-55	190	Bu çalışma

RB5 boyarmadde başlangıç derişiminin renk giderimine etkisini incelemek amacıyla, 55°C aktivasyon sıcaklığında 20-40 ppm derişim aralığında RB5 boyarmadde çözeltisi kullanılarak deneysel çalışmalar yapılmış ve sonuçlar Şekil 5'de verilmiştir. Boyarmadde derişimi arttıkça çözeltideki peroksidisülfat/boya molekülü oranı azaldığından renk giderimi azalmaktadır (Kordkandi ve Forouzesh, 2014; Peng ve ark., 2021). Düşük boyarmadde derişimlerinde giderim hızı daha yüksek olmakla birlikte 120 dakika sonunda 20, 30 ve 40 ppm derişimleri için sırasıyla %98, %85 ve %96 giderim elde edilmiştir. Benzetim atıksuyu ile yapılan deneyde ise 120 dakika sonunda %55 renk giderimine ulaşılmıştır. Benzetim atıksuyu NaCI ve $NaCO_3$ gibi kimyasal maddeler içerdiğinden giderim düşük olmaktadır.



Şekil 2. RB5 renk giderimine boyarmadde başlangıç derişiminin etkisi
(pH=5, [PS]=3 mM, T= 55 °C)

SONUÇ

Bu çalışmada RB5 azo boyarmaddesinin peroksidisülfat/ısı sisteminde renk giderimi incelenmiştir. Peroksidisülfat derişimi ve aktivasyon sıcaklığı arttıkca RB5 boyarmaddesinin renk gideriminin arttığı gözlenmiştir. 40-55 °C sıcaklık aralığında renk giderimi için aktivasyon enerjisi 190 kJ mol^{-1} olarak hesaplanmıştır. Benzetim atıksuyu ile yapılan çalışmada 120 dakika sonunda %55 renk giderimi elde edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2019-1600 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Andrew OA, Pirgalıoğlu S, Doğan Ş 2020. Heat activated persulfate oxidation of Reactive Black 5. Desalination and Water Treatment, 177: 393-399.

Bilin´ska L, Gmurek M, Ledakowicz S 2016. Comparison between industrial and simulated textile wastewater treatment by AOPs – Biodegradability, toxicity and cost assessment. Chemical Engineering Journal, 306: 550-559.

Chekem CT, Chiron S, Mancaux JM, Plantard G, Goetz V 2020. Thermal activation of persulfates for wastewater depollution on pilot scale solar equipment. Solar Energy, 205: 372-379.

Gao Y-q, Gao N-y, Deng Y, Yang Y-q, Ma y 2012. Ultraviolet (UV) light-activated persulfate oxidation of sulfamethazine in water. Chemical Engineering Journal, 195-196: 248-253.

Ghauch A, Tuqan AM, Kibbi N 2012. Ibuprofen removal by heated persulfatein aqueous solution: A kinetics study. Chemical Engineering Journal, 197: 483-492

Giannakis S, Andrew K-YL, Ghanbari F 2021. A review of the recent advances on the treatment of industrial wastewaters by Sulfate Radical-based Advanced Oxidation Processes (SR-AOPs). Chemical Engineering Journal, 406: 127083.

Hoang NT, Nguyen VT, Tuan NDM, Manh TD, Le P-C, Tac DV, Mwazighe FM 2022. Degradation of dyes by UV/Persulfate and comparison with other UV-based advanced oxidation processes: Kinetics and role of radicals. Chemosphere, 298: 134197.

Ike IA, Linden KG, Orbell JD, Duke M 2018. Critical review of the science and sustainability of persulphate advanced oxidation processes. Chemical Engineering Journal, 338: 651-669.

Ji Y, Dong C, Kong D, Lu J, Zhou Q 2015. Heat-activated persulfate oxidation of atrazine: Implications for remediation of groundwater contaminated by herbicides. Chemical Engineering Journal, 263:45-54.

Kordkandi SA, Forouzesh M 2014. Application of full factorial design for methylene blue dye removal using heat-activated persulfate oxidation. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 45: 2597-2604.

Luo C, Wu D, Gan L, Cheng X, Ma Q, Tan F, Gao J, Zhou W, Wang S, Zhang F, Ma J 2020. Oxidation of Congo red by thermally activated persulfate process: Kinetics and transformation pathway. Separation and Purification Technology, 244: 116839.

Olmez-Hanci T, Arslan-Alaton İ, Genc B 2013. Bisphenol A treatment by the hot persulfate process: Oxidation products and acute toxicity. Journal of Hazardous Materials, 263: 283-290.

Omaç F 2021. Sülfat Radikali Oluşumuna Dayalı İleri Oksidasyon Prosesleri ile Organik Bileşiklerin Giderimi, Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya

Peng W, Fu Y, Wang L, Wang Y, Dong Y, Huang Y, Wang Z 2021. Effects of exogenic chloride on oxidative degradation of chlorinated azo dye by UV-activated peroxodisulfate. Chinese Chemical Letters, 32: 2544-2550.

Sun Y, Zhao J, Zhang B-T, Li J, Shi Y, Zhang Y 2019. Oxidative degradation of chloroxylenol in aqueous solution by thermally activated persulfate: Kinetics, mechanisms and toxicities. Chemical Engineering Journal, 368: 553-563.

Verma AK, Dash RR 2012. A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour. Journal of Environmental Management, 93: 154-168.

Wang J, Wang S 2018. Activation of persulfate (PS) and peroxymonosy-ulfate (PMS) and application of the degradation of emerging contaminants. Chemical Engineering Journal, 334: 1502-1517.

Xu X, Pliego G, Zazo JA, Casas JA, Rodrigez JJ 2016. Mineralization of naphtenic acid with thermally-activated persulfate: The role of oxygen. Journal of Hazardous Material, 318: 355-362.

Yang Q, Ma Y, Chen F, Yao F, Sun J, Wang S, Yi K, Hou L, Li X, Wang D 2019. Recent advances in photo-activated sulfate radical-advanced oxidation process (SR-AOP) for refractory organic pollutants removal in water. Chemical Engineering Journal, 378: 122149.

Zhou Z, Liu X, Sun K, Lin C, Ma J, He M, Ouyang W 2019. Persulfate-based advanced oxidation processes (AOPs) for organic contaminated soil remediation: A review. Chemical Engineering Journal, 372: 836-851.

➢ *ORAL PRESENTATION*

İçten yanmalı motora sahip bir skuter için hibrit güç aktarma sistemi tasarımı

Alp Tekin Ergenç[1] (*ORCID: 0000-0001-6659-7370),* Mustafa Kabakçı[2*] (*ORCID:0000-0002-3204-7140*)

[1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Fakültesi, İstanbul, Türkiye

[2] Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Mühendisliği Fakültesi

[*]Sorumlu yazar e-mail: mmustafakababakci@gmail.com

Özet

Bu makalede, sıradan içten yanmalı bir motora sahip skuterin verimliliğini arttırmak için skutere entegre edilebilen bir hibrit güç grubu tasarımı yapılmıştır. Tasarlanan hibrit güç grubu ile aynı çıkış mili üzerinden iki farklı motorun da hareket verebilmesine olanak sağlanmıştır. Ayrıca bu tasarımda gerekli olan gücü sağlamak için 48V 800 Watt gücünde sabit mıknatıslı doğru akım elektrik motoruna (PMDC) ihtiyaç olduğu tespit edilmiştir. Elektrik motoru (EM) ile skuterin dahili içten yanmalı motorunun (İYM) tasarımında paralel hibrit sistemi kullanılmıştır. Bu sayede skuterin ana yapısında köklü bir değişiklik yapılmadan tasarım gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda İYM düşük tork devirlerinde kullanım dışı kalması ile birlikte yakıt ekonomisi ve CO_2 emisyonlarında önemli oranda iyileştirmeler sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hibrit, elektrikli, skuter, güç, aktarma, CO_2

Hybrid powertrain design for a scooter with an internal combustion engine

Abstract

In this article, a hybrid powertrain design has been made that can be integrated into the scooter which is designed to increase the efficiency of the scooter with an ordinary internal combustion engine. With the designed hybrid power group, it has been possible to move two different engines over the same output shaft. In addition, it has been determined that a 48V 800 Watt permanent magnet direct current electric motor (PMDC) is needed to provide the required power in this design. A parallel hybrid system was used in the design of the electric motor (EM) and the internal combustion engine (ICE) of the scooter. In this way, the design was carried out without making any radical changes in the main structure of the scooter. At the same time, significant improvements were achieved in fuel economy and CO_2 emissions, with the ICE being out of use at low torque speeds.

Keywords: Hybrid, electric, scooter, power, transmission, CO_2

GİRİŞ

İki tekerlekli taşıtlar, kullanım kolaylığı, sınırlı park alanı, kısa mesafe yolculukları ve uygun bakım maliyetleri nedeniyle özellikle nüfusu kalabalık merkezlerde kullanılmaktadır (Sheu & Hsu, 2006; TSENG, 2014). Bu özelliklerinden dolayı kargo taşıma şirketleri ve bireysel gıda ulaştırma şirketleri skuterleri yoğun bir şekilde kullanmaya başlamışlardır. Çevrimiçi hazır yemek dağıtım şirketlerinin sağladığı olanak kullanıcılara cazip gelmekte ve bu durum şirketleri her geçen gün daha fazla büyütmektedir. Gün geçtikçe daha fazla tüketici yemek hazırlamak için zaman ayırmak yerine çevrimiçi yemek satın almayı tercih etmektedir(Alvarez-Palau, 2021).

Dünya çapında çevrimiçi yemek dağıtım pazarının büyüklüğünün 2020'de 136.431 milyon ABD dolarına ulaşacağı tahmin ediliyor (statista, 2019). Birleşik Krallık yiyecek dağıtım pazarının 2019'da 850 milyon siparişten 8,4 milyar sterlinlik toplam satış elde ettiği ve bir önceki yıla göre %18'lik satış artışı sağladığı tahmin ediliyor (MCA, 2019). Teslimat hizmetleri, en düşük maliyetle hızlı bir teslimat yanıtı verebilmek

için gıda hazırlama noktasından teslimat noktasına kadar olan mesafenin yaklaşık 5 km den az olduğu kentsel alanlarda sunulmaktadır (Allen ve ark., 2021). Yemek teslim edilen mesafeler bisiklet, Skuter, motosiklet, araba gibi birçok seçenekle kat edilebilir. Çevrimiçi yemek ulaştırma şirketleri müşteriyi, teslimatı hızlı bir şekilde ulaştırarak memnun edebilmektedir (Mao 2019).

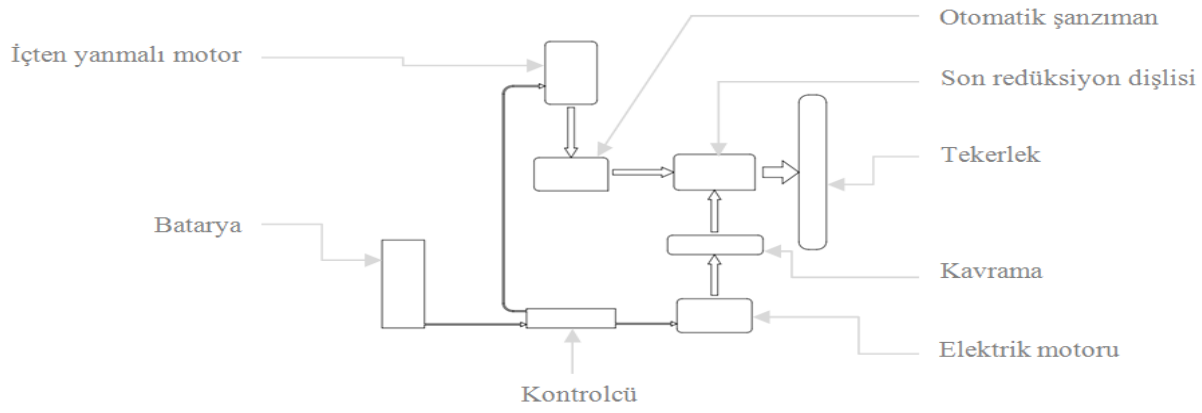
Çevrimiçi alışveriş ve özellikle süreli hazır yemek siparişlerinin artması siparişi tüketiciye ulaştırma seçeneklerinde değişikliklere neden olmaktadır. Özellikle yoğun nüfusun yaşadığı şehir merkezlerinde iki tekerlekli araçların, ulaşım zamanı, maliyet ve park edilebilme özelliklerinden dolayı tercih sebebi olmaları sayılarının hızla artmasına neden olmuştur. Bu özellikler, bireysel kullanıcıları dört tekerlekli taşıtlarla yapılacak ulaşım çözümünün mümkün olmadığında, toplu taşımaya yönelen kullanıcıları, tekrar tek başlarına bir İYM'li skuter ile trafiğe dahil olabilmesine sebep olmaktadır. Ancak küçük İYM'li skuterlerin emisyonları binek araçlardan daha fazladır (Krithika ve Subramani, 2020). İYM'li skuterların kullanımının artması CO_2 salınımını da aynı oranda arttırmaktadır. Ayrıca skuterler birçok şehir merkezinde baskın hava kirliliğinin kaynaklarından birisidir (Stephens, 2020). 2020'deki en büyük CO_2 emisyonu kaynağı insanları ve malları taşımak için benzin ve dizel gibi fosil yakıtların yakılmasıdır. ABD'deki toplam CO2 emisyonlarının yaklaşık %33'ü taşıt kaynaklıdır (epa.gov, 2020).

İYM'li skuterlerin neden olduğu bu sorunu çözmek için en iyi alternatif elektrikli skuterlar olabilir. Ancak bu skuterlerin kısa kullanım menzili, görev esnasında arada şarj edilecek bir yer bulunamaması, uzun şarj süresi ve ilk alım maliyetleri gibi olumsuzluklarından dolayı hala İYM'li skuterlar tercih edilmektedir. Elektrikli scooterlerın, benzinli skuterlerin yerini alamamasının nedenleri olarak bu dezavantajlar gösterilebilir (TSENG, 2014). Bu dezavantajları ortadan kaldırmak için hibrit tasarım en iyi alternatif olacaktır (Sheu & Hsu, 2006). Hibrit sistem ile hem daha iyi bir performans hem de çevreye salınan CO_2 miktarının azaltılabilmesi sağlanacaktır. Elektrik motorunun ve benzinli motorun bir arada senkronize olarak kullanılabildiği daha az CO_2 salınımı yapan ve iyileştirilmiş bir yakıt ekonomisine sahip olan aynı zamanda şarj problemlerini de minimize edebilen hibrit elektrikli araçlar günümüz ve yakın gelecek için en iyi çözüm olarak gözükmektedirler (Tong ve Jwo, 2007).

Bu makalede skuterin verimliliğinin arttırabilmesi ve mevcut olan güç grubuna EM dahil edilip tek bir yapı gibi çalışabilmesini sağlamak için gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Tasarımda skuterin mevcut fabrika verileri analiz edilip, ilave donanımlar bu verilere eklendikten sonra gerekli yol yük kuvvetleri hesaplanmıştır. Tasarım bulunan kuvvetlere göre gerçekleştirilmiştir.

1. HİBRİT GÜÇ AKTARMA SİSTEMİ TASARIMI

Hibrit araçlar kullandıkları farklı iki motorun yerleştirilmesi ve birbirlerine veya çıkış miline bağlanmalarına göre seri hibrit, paralel hibrit veya seri-paralel hibrit olmak üzere çeşitli tiplere ayrılmışlardır. Bu tasarımda, skuterin mevcut güç grubunun yapısı bozulmadan ilave parçalar eklenerek paralel hibrit mimarisine benzer bir tasarım gerçekleştirilmek amaçlanmaktadır. Bu tercihin diğer bir sebebi ise maliyet açısından daha uygun olmasıdır. Tasarlanan Skuter paralel hibrit mimarisi Şekil 1'de, tasarımın yapılacağı skuterin özellkileri ise Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Tasarlanan paralel hibrit elektrikli skuter güç grubunun şematik diyagram

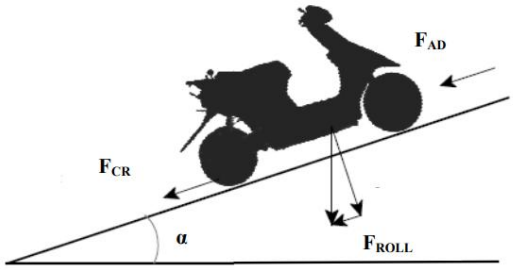
Tablo 1. Skuterin teknik özellikleri

Motor Tipi	Hava soğutmalı, 4 zamanlı
Motor Gücü	5,7 Kw (7,6 PS) / 7000 d/d
Motor Torku	8,4 Nm / 5750 d/d
Ağırlık	105 Kg
Yakıt Kapasitesi	6.5 lt
İlk Redüksiyon	V-Matic (2,52:1-0,82:1)
Son Redüksiyon	9,423
yük (maks)	176 Kg
Arka tekerlek çapı	400mm

Tasarlanan güç grubunda İYM ve mevcut güç grubu, sistemin temel yapısını oluşturmaktadır. Hibrit sistem için ayrıca bir elektrik motoru (EM), bir kavrama ve zincir-dişli mekanizması eklenmiştir. İYM Arka tekerleklere kauçuk V kayışı kullanan, sürekli değişken oranlı bir şanzıman (CVT) ile bağlanmıştır. CVT şanzımanda Tork-hız dönüşümü kademesiz olarak yapılabilmektedir. Sisteme bağlanan EM, zincir dişli mekanizması ile kavramaya bağlanmıştır. Kavrama ise hareketi son redüksiyon dişlisine ileterek, tekerleklere tahrik vermektedir. Böylece her iki motor da tekerleği tahrik edebilmektedir.

1.1 Taşıt Dinamik Kuvvetlerin Hesaplanması

Tasarlanacak güç grubunun dahil olacağı hibrit skuteri kabul edilen bazı değerleri karşılayacak şekilde hareket ettirmesi gerekmektedir. Skuterin sadece EM ile eğimsiz yolda 20 km/h hıza ulaşması istenmektedir. %10 meyil ile ise 10 km/h hızın altına düşmemelidir. Ayrıca 20 km/ h hıza meyilsiz yolda yaklaşık 20 saniyede ulaşabilmelidir. Rüzgar hızı sıfır kabul edilmiştir. $C_r = 0{,}0015$, $C_x = 0{,}65$, $A = 1{,}5m^2$, $K_m = 1{,}08$ alınmıştır. Şekil 2'de kuvvetlerin taşıta etki etme yerleri ve yönleri gösterilmektedir (Yap, 2005).



Şekil 2. kuvvetlerin taşıta etki etme yerleri ve yönleri

Gerekli olan kuvvetler aşağıdaki denklemlerden hesaplanabilir. Toplam çekme kuvveti (F_{TR})

$$F_{TR} = F_{ROOL} + F_{AD} + F_{CR} + F_a \quad (1)$$

Burada F_{ROOL}, aracın lastik ve yol arasındaki direnci aşması için gerekli olan lastik yuvarlanma direnç kuvveti eşitlik (2) ile gösterilmektedir. Hava sürtünmesinden kaynaklı aerodinamik direnç kuvveti eşitlik (3) ile gösterilmektedir. Yokuş direnç kuvveti eşitlik (4) ile gösterilmektedir. İvme direnç kuvveti eşitlik (5) ile gösterilmektedir(Çetinkaya, 2010; Yap, 2005).

$$Yuvarlanma\ Direnç\ Kuvveti = F_{ROOL} = m \cdot \varrho \cdot C_R \cdot Cos\alpha \quad (2)$$

$$Aerodinamik\ Direnç\ Kuvveti = F_{AD} = {}^{1}/_{2} \cdot \rho \cdot C_X \cdot A \cdot (v \pm v_o)^2 \quad (3)$$

$$Yokuş\ direnç\ kuvveti = F_{CR} = m \cdot \varrho \cdot Sin\alpha \quad (4)$$

$$İvme\ Direnç\ Kuvveti = F_a = K_m \cdot m \cdot a \quad (5)$$

Tablo 2'de skuterin sürücüsü ile beraber toplam kütlesi gösterilmektedir. Güç aktarma sistemi tasarımı için uygun güçte ve devirde bir EM belirlemek gerekmektedir. EM'in gücünün hesaplanabilmesi tablo 2'deki 235kg'lık kütle alınmıştır.

m	=	Kütle [kg],
ϱ	=	Yerçekimi ivmesi $[m/s^2]$,
C_R	=	Yuvarlanma direnç katsayısı [boyutsuz],
α	=	Taşıtın bulunduğu zeminin yatayla yaptığı açı [derece],
ρ	=	Havanın yoğunluğu $[kg/m^3]$,
C_X	=	Aerodinamik sürtünme katsayısı [boyutsuz],
A	=	Taşıtın ön alanı $[m^2]$,
v	=	Taşıt hızı $[m/s]$,
v_o	=	Rüzgar hızı $[m/s]$,
K_m	=	Tekerleklerin dönme eylemsizliğinden gelen katsayı [boyutsuz],
a	=	Taşıt ivmesi $[m\ /\ s^2]$

Tablo 2. skuterin sürücüsü ile beraber toplam kütlesi

S.No	Nesne	Kütle	Birim
1	Skuter	105	Kg
2	Sürücü	80	Kg
3	Koruyucu Ekipman	20	Kg
4	Batarya Kontrolcü ve Kablolama	20	Kg
5	Elektrik Motoru	7	Kg
6	İlave Güç Grubu Parçaları	3	Kg
	TOPLAM	235	Kg

Değerler eşitlikte yerlerine konularak skuterin istenen değerlerde hareket edebilmesi için gerekli olan minimum kuvvet hesaplanabilir. Bulunan sonuçlar toplam yol kuvvetini vermektedir. (F_{TR}) Eşitlikteki v_X, taşıt hızını belirtmektedir.

$$F_{TR} = F_{ROOL} + F_{AD} + F_{CR} + F_a \quad (6)$$

$$F_{TR} = 3{,}406N + 68N + 229{,}38N + 38{,}07N = 385N \quad (7)$$

$$P_{LOAD} = F_{TR} \cdot v_X \quad (8)$$

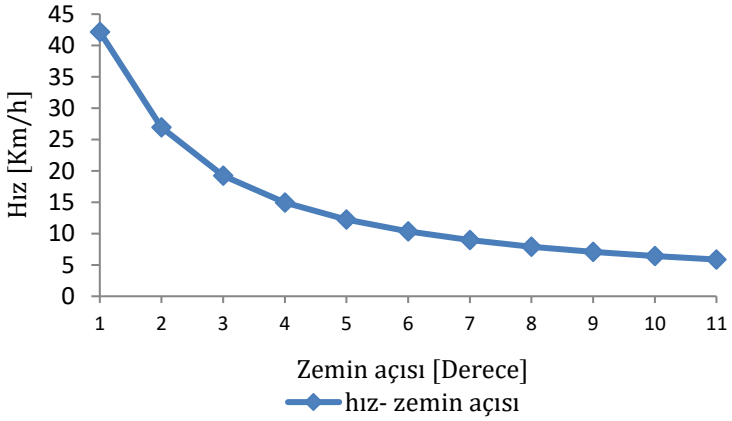
$$P_{LOAD} = 338\ N \cdot 20\ km/h \cdot (1000/3600) \quad (9)$$

$$P_{LOAD} = 1882\ Watt \quad (10)$$

Bulunan kuvvet değerinde düzeltme yapılması gerekmektedir. F_{TR} kuvveti skutera etkiyen bütün kuvvet çeşitlerinin maksimum değerleri alınarak hesaplanmıştır. Ayrıca maksimum hızında maksimum meyil çıkması gerekmemektedir. Sekil 3'te 750 Watt gücünde olan bir elektrik motorunun bağlı bulunduğu güç grubu ile skuteri ulaştırabileceği hız miktarı %10 meyile karşılık gelen yaklaşık 5 derecelik açıya gore gösterilmiştir. %10 meyil istenen değerdir. Skuteri, maksimum kuvvet ihtiyacının olacağı bu eğim bölgesinde yaklaşık olarak 11km/h hız ile yokuş çıkabilmektedir. Dolayısı ile daha düşük güçlü bir EM belirlenen değerlerde skuteri hareket ettirebilmektedir. Bu durum için verilecek taviz sadece yokuş çıkma kabiliyeti esnasında skuterin hızının biraz daha düşmesidir. Kullanılan tüm araçlarda böyle gerçekçi bir durumla az yada çok karşılaşmak mümkün olmaktadır. Böylece daha ekonomik bir EM kullanarak güç aktarma sisteminin yapısı kurulabilir. Daha optimum bir motor, kapasitesi daha düşük batarya kullanımına da izin vermektedir. 750 Watt gücündeki motorun skutere uygulayabileceği kuvvet eşitlik 11'de hesaplanmıştır.

$$F_{TR} = 750\,Watt/[20\,km/h\,\cdot(1000/3600)] = 135\,N \qquad (11)$$

Denklem 11'de bulunan değer ile skuter belirlenen koşullarda yakuş kuvvveti hariç diğer bütün kuvvetleri yenebilecek durumdadır. Yokuş kuvveti arttığında, EM'in ivme kuvvetini karşılama miktarı düşecektir. Bu durumda yokuş çıkarken skuterin ivmelenmesini azaltacaktır.



Sekil 3. Skuter hızının eğime gore değişimi "750 Watt gücündeki motor için"

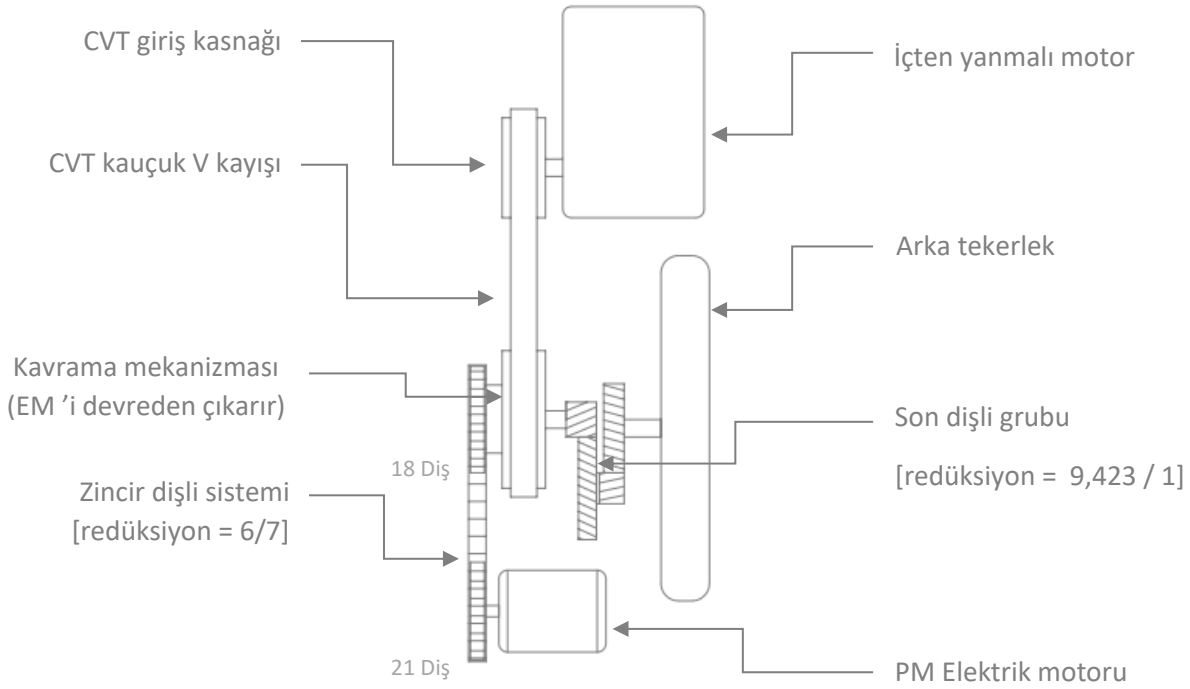
1.2 Hibrit Güç Aktarma Sisteminin Tasarlanması

Yukarıda hesaplanan güç değeri için piyasada kolaylıkla bulunan 800 Watt gücündeki sabit mıknatıslı doğru akım (PMDC) elektrik motoru (EM) seçilmiştir. Bu motora uygun gerekli redüksyon oranları ve güç aktarma şeması şekil 5'te gösterilmiştir. Hesaplamalara göre %5-10 arasında daha güçlü bir motor kullanmak ileride yaşanabilecek olan güç düşümü durumlarını bertaraf edebilir. Şekil 6 'da hibrit güç aktarma sisteminde kullanılan PMDCEM görülmektedir.

Güç	:	800 W
Voltaj	:	48V
Nominal Hız	:	2750 d/dak



Şekil 4. Hibrit güç aktarma sisteminde kullanılan PMDC elektrik motor



Şekil 5. redüksyon oranları ve güç aktarma şeması

Kullanılan EM rotor mili devri maksimum 2750d/dak'ya kadar güç grubuna hareket verebilmektedir. Skuter istenen maksimum hızda hareketine devam ederken EM 2700 d/dak altında ve yakın bir devirde dönmelidir. Şekil 5'te gösterilen son dişli grubu redüksiyon oranı 9,423/1 'dir. EM hibrit güç aktarma grubuna son redüksiyondan önce dahil olmaktadır. Tekerlek çevresi, bir tekerlek turunda alınabilen mesafe, 20 km/h hız için arka tekerleğin yapaması gereken devir gibi yapılan ölçümler ve hesaplamalar sonunda dişli grubu son redüksiyon oranının değiştirlmesi gerekmektedir. EM skuterın kavrama mekanizmasına zincir dişli sistemi ile hareket vermektedir. Zincir dişli sisteminde yapılan redüksiyon düzeltilmesi sonucunda EM-Tekerlek arasındaki son redüksiyon oranı 8,077 olmaktadır. Eşitlikler aşağıda gösterilmiştir.

$$(9,423/1) \cdot (6/7) = 8,077 \tag{12}$$

$$Tekerlek\ çevresi = 2 \cdot \pi \cdot r = 1,25\ m \tag{13}$$

EM kullanımında, skuterin yapabileceği maksimum sürat olan 20 km/h değerine ulaşılabilmesi için skuter arka tekerleğinin dakikada dönmesi gereken devir sayısı aşağıdaki eşitlik yardımı ile bulunmaktadır.

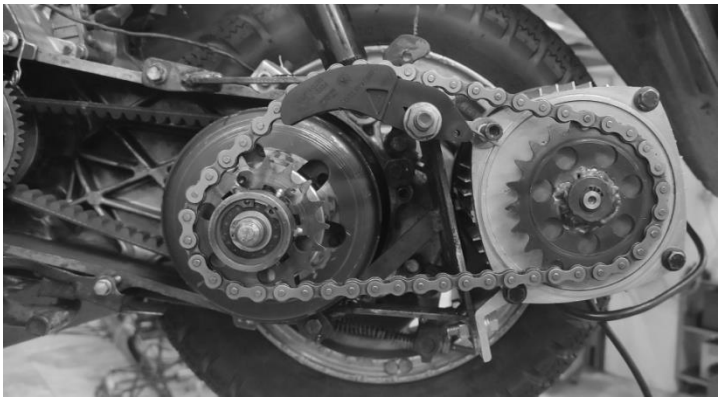
$$20\ km/h \cdot (1000/3600) = 333,3\ m/dak \tag{14}$$

$$333,3\ m/dak\ /\ 1,25m = 266,64\ \ d/dak \tag{15}$$

Eşitlik 13 'deki tekerlek devri için olması gereken EM devri ise aşağıdaki eşitlik yardımı ile bulunmaktadır.

$$266,64\ d/dak \cdot 8,077 = 2153,6\ d/dak \tag{16}$$

Eşitlik 16' da bulunan sonuç EM'in maksimum devrine yakın ve maksimum devrinden küçüktür. Bu durum EM yük altında iken devir sayısındaki azalmadan dolayı skuter hızının belirlenen değer altına düşmemesi için gereklidir. Hibrit güç aktarma sisteminin görünümü Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Tasarlanan hibrit güç aktarma sistemi

SONUÇ

Bu makale içten yanmalı motora sahip bir Skuter için hibrit güç aktarma sistemi tasarımını gerçekleştirmiş ve çalışmanın sonunda bir prototip yapılmıştır. Hibrit güç aktarma sistemi, paralel hibrit mimarisine yakın, ancak özel detaylar dikkate alınarak dizayn edilmiştir. Tasarımda sistemin karşılaması istenen kuvvetlere göre bir EM belirlenerek, EM' in devir aralıklarının güç grubuna uyumu için yeni bir zincir dişli mekanizması kullanılmıştır. Skuter üzerine uygulanan hibrit güç aktarma sistemi sayesinde İYM düşük verimli olduğu bölgelerde çalıştırılmayacak, bu bölgelerde EM devreye girecektir. Yapılan hesaplamalar ile Skuter şehir içi trafiğinde mesafe olarak %25 oranında EM kullanabilmektedir. Bu oran her 100 km'lik yolun 25km'lik mesafesinde EM' in kullanabileceği anlamına gelmektedir.

ABD Çevre Koruma Ajansının (EPA) emisyon miktarı hesaplayıcısının sonuçlarına göre hibrit güç aktarma sistemine sahip olan skuterin salınım yaptığı CO_2 miktarı ile konvansiyonel skuterin salınım yaptığı CO_2 miktarları kıyaslanmıştır. Konvansiyonel skuter 100 km'de ortalama 2 lt yakıt yakmaktadır. Hibrit güç aktarma sistemi dahil edilen Skuter 100 km'lik mesafenin 25 km'sini EM ile katedebilmektedir. Bu durumda skuterin her 100 km'lik hareketinde İYM 25 km'lik mesafe boyunca çalışmamaktadır. Dolayısı ile her 100 km'de 2kg yakıt yerine 1,5 kg yakıt tüketilecektir. Bu durumda skuterin yakıt tüketimi %25 oranında azalmaktadır. Tüketilen 1,5 kg'lık yakıt sonucunda 3,45kg CO_2 salınımı yapılacaktır. Aradaki CO_2 farkı hibrit Skuter sayesinde çevreye bırakılmayacak, böylece daha sürdürülebilir bir ortam yaratılacaktır (epa.gov, 2022).

Bu çalışmanın devamında yapılan hesaplamaların testleri gerçekleştirilecektir. Belirlenen bir güzergahta konvansiyonel Skuter ile hibrit güç aktarma sistemine sahip skuterin aynı şartlar altında yakıt tüketim değerleri ölçülecek ve CO_2 miktarları hesaplanacaktır. Çevreye salınan CO_2 miktarı doğrulanacak, Kullanılan yakıt ile kıyaslanacaktır.

TEŞEKKÜR

Tubitak 2209-A "mikrohibrit motorsiklet güç sistemi projelendirmesi" projesi kapsamında beraber çalıştığımız Batuhan Yüksel KIZILTOPRAK ve Coşkun Anıl ZAMAN'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Allen, J., Piecyk, M., Cherrett, T., Juhari, M. N., McLeod, F., Piotrowska, M., Bates, O., Bektas, T., Cheliotis, K., Friday, A., & Wise, S. 2021. Understanding the transport and CO2 impacts of on-demand meal deliveries: A London case study. *Cities*, 108.

Alvarez-Palau. 2021. Economic profitability of last-mile food delivery services: Lessons from Barcelona. *Research in Transportation Business & Management*.

Çetinkaya, P. D. S. 2010. Taşıt Mekaniği.

epa.gov. 2020. epa.gov, *https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases*, Vol. 2020: epa.gov.

epa.gov. 2022. Greenhouse Gas Equivalencies Calculator, *https://www.epa.gov/energy/greenhouse-gas-equivalencies-calculator#results*.

Krithika, V., & Subramani, C. 2020. Fuel enhancement of parallel hybrid electric two-wheeler motorcycle. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 10(6).

Mao, W., Ming, L., Rong, Y., Tang, C.S. & Zheng, H. 2019. Faster deliveries and smarter order assignments for an on-demand meal delivery platform. *https://doi.org/10.2139/ssrn.3469015*.

MCA. 2019. UK Food Service Delivery Report 2019/20 MCA.

Sheu, K.-B., & Hsu, T.-H. 2006. Design and implementation of a novel hybrid-electric-motorcycle transmission. *Applied Energy*, 83(9): 959-974.

statista. 2019. online food delivery worldwide: https://www.statista.com/outlook/374/100/online-food-delivery/worldwide.

Stephens, C. 2020. *Innovation in hybrit-electric technology for sustainable transportation the development of a hybrid electric range extended motorcycle* York Üniversity.

Tong, C.-C., & Jwo, W.-S. 2007. An assist-mode hybrid electric motorcycle. *Journal of Power Sources*, 174(1): 61-68.

TSENG, C. Y. 2014. Development of an auxiliary mode powertrain for hybrid electric scooter. *International Journal of Automotive Technology, Vol. 15, No. 5, pp. 805−814 (2014)*.

Yap, W. K. 2005. Emissions Predictive Modelling and Simulation for a
Plug-in Hybrid Electric Scooter.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Reactive Black 5 Azo Boyarmaddesinin Peroksimonosülfat/UV Sisteminde Gideriminin İncelenmesi

Feyza Omaç (*ORCID: 0000-0001-9400-6654*) Özlem Esen Kartal* (*ORCID: 0000-0002-7510-5427*)

İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Malatya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:ozlem.kartal@inonu.edu.tr

Özet

İleri Oksidasyon Prosesleri (İOP) reaksiyon ortamında yüksek oksidasyon potansiyeline sahip serbest radikallerin oluşturulması temeline dayanır. Bu prosesler radikallere göre hidroksil radikali oluşumuna ve sülfat radikali oluşumuna dayalı ileri oksidasyon prosesleri olarak sınıflandırılmaktadır. Sülfat radikali oluşumu için peroksidisülfat ve peroksimonosülfat gibi oksidantların UV, ısı ve geçiş metalleri ile aktive edilmesi gerekir. Renkli ve çok miktarda atıksu çıkmasından dolayı tekstil endüstrisinin atıksularının arıtılmasında sülfat radikali oluşumuna dayalı İOP'lerinin kullanılması önem kazanmaktadır. Bu çalışmada peroksimonosülfat oksidantı UV ışını ile aktive edilerek Reactive Black 5 (RB5) boyarmaddesinin renk giderimi incelenmiştir. Sadece UV lamba ya da peroksimonosülfat oksidantı kullanıldığında önemli ölçüde renk giderimi elde edilmezken her ikisinin birlikte kullanılması durumunda 120 dakika sonunda %100 giderim elde edilmiştir. Peroksimonosülfat oksidantının aktive edilmesinde UV-C ışınının daha etkili olduğu gözlenmiştir. Peroksimonusülfat/UV sisteminde 10-30 ppm RB5 derişim değeri aralığında için 120 dakika sonunda %100 renk giderimi elde edilirken, 40 ppm değerinde %86 giderim elde edilmiştir. Peroksimonosülfat derişiminin artması ile renk gideriminin arttığı gözlenmiştir. Peroksimonosülfat/UV sisteminde etkin olan radikalin sülfat radikali olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler:, Peroksimonosülfat, UV aktivasyonu, Reactive Black 5

Investigation of Removal of Reactive Black 5 Azo Dye in Peroxymonosulfate/UV System

Abstract

Advanced Oxidation Processes (AOPs) are based on the formation of free radicals with high oxidation potential in the reaction medium. These processes are classified according to radicals as hydroxyl radical and sulfate radical based advanced oxidation processes. Oxidants such as peroxydisulfate and peroxymonosulfate must be activated by UV, heat and transition metals for the formation of sulfate radicals. The use of sulfate radical based AOPs have become important in the treatment of textile industry wastewater due to the production of colored and large amounts of wastewater. In this study, decolorization of Reactive Black 5 (RB5) was investigated by activating peroxymonosulfate oxidant with UV light. An appreciable removal was not obtained in the presence of UV-C light alone or peroxymonosulfate alone, while 100% removal was achieved after 120 minutes with use both of them together. It was observed that UV-C light was more effective in activating the peroxymonosulfate oxidant. 100% decolorization was achieved after 120 minutes in the RB5 initial concentration range of 10-30 ppm, while 86% decolorization was obtained at 40 ppm in peroxymonosulfate/UV system. As peroxymonosulfate concentration increased, an increase in decolorization was observed. Sulfate radical was determined as an active radical in peroxymonosulfate/UV system.

Keywords: Peroxymonosulfate, UV activation, Reactive Black 5

GİRİŞ

İleri Oksidasyon Prosesleri (İOP) reaksiyon ortamında yüksek oksidasyon potansiyeline sahip serbest radikallerin oluşturulması ile su, hava ya da toprakta bulunan organik kirleticilerin giderimini sağlayan bir arıtım yöntemidir (Deng ve Zhao, 2015; Oturan ve Aaron, 2014). İOP'de başlıca hidroksil (·OH) ve sülfat ($SO_4^{\cdot-}$) radikalleri oluşmaktadır. Hidroksil radikali oluşumuna dayalı İOP, suda bulunan kirleticilerin gideriminde yaygın olarak kullanılmakla beraber son yıllarda sülfat radikali oluşumuna dayalı proseslerin de atıksu arıtımında potansiyel uygulamaları araştırılmaktadır. Bu proseslerde sülfat radikali peroksit bağı içeren (-O-O-) peroksidisulfat (PDS, $S_2O_8^{2-}$) ve peroksimonosülfat (PMS, HSO_5^-) gibi oksidantların aktive

edilmesiyle oluşur (Giannakis ve ark., 2021). En yaygın uygulanan aktivasyon yöntemleri UV, ısı ve geçiş metalleri ile yapılan aktivasyondur. Peroksimonosülfat oksidantı asimetrik yapıda olup uygulanan aktivasyon ile sülfat ve hidroksil radikallerini oluşturmaktadır. Bu oksidantın UV aktivasyonu ile sülfat radikali oluşumu Eşitlik 1'de verilmiştir.

$$HSO_5^- + h\upsilon \longrightarrow SO_4^{\bullet -} + {}^{\bullet}OH \quad (1)$$

Oluşan sülfat radikali pH'a bağlı olarak değişen 2.5–3.1V arasında değişen oksidayon potansiyeli ile hidroksil radikali (1.8–2.7 V) kadar güçlü bir oksidanttır (Ghanbari ve Moradi, 2017). Her iki radikalin organik kirleticileri parçalama mekanizması farklı olup hidroksil radikali C=C bağlarına eklenerek ya da C-H bağından hidrojen ayrılması yoluyla, sülfat radikali ise genellikle organik kirleticilerden elektron uzaklaştırılması yoluyla kirleticileri parçalar (Tan ve ark., 2013). Sülfat radikalinin hidroksil radikaline göre birçok üstünlükleri vardır. Örneğin sülfat radikali organik bileşikleri parçalamada seçici olup yarılanma ömrü hidroksil radikaline göre daha uzundur. Ayrıca hidroksil radikalinin parçalayamadığı perflorokarboksilik asit gibi bileşikleri parçalayabilmektedir (Ji ve ark., 2016). Bu nedenle su kirliliğini önlemek açısından endüstriyel ve tarımsal faaliyetler sonucu suya karışan organik kirleticilerin gideriminde sülfat radikali oluşumuna dayalı İOP'nin kullanılması önem kazanmaktadır.

Boyama işleminde kullanılan boyarmaddelerden ve uygulanan işlemlerde fazla miktarda su tüketilmesinden dolayı tekstil endüstrisi renkli ve fazla miktarda atıksu ortaya çıkaran endüstrilerden biridir. Azo yapısındaki boyarmaddeler kullanıldığında bu atıksuların biyolojik olarak giderimi zor olmaktadır. Bu nedenle tekstil endüstrisi atıksularının arıtılmasında etkin bir arıtım yönteminin uygulanması gerekmektedir. Sülfat radikali oluşumuna dayalı İOP'leri ile özellikle suda bulunan biyolojik olarak giderilemeyen dirençli kirleticilerin uzaklaştırılmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır (Peternel ve ark., 2010; Shu ve ark., 2016; Yang ve ark., 2010). Bu çalışmada peroksimonosülfat/UV sisteminde Reactive Black 5 (RB5) azo boyarmaddesinin renk giderimi incelenmiştir. RB5 başlangıç derişimi ve peroksimonosülfat miktarı gibi parametrelerin renk giderimine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Materyal

Deneysel çalışmalarda potasyum peroksimonosülfat ($KHSO_5.0.5KHSO_4.0.5K_2SO_4$, Sigma–Aldrich), HCI (Merck, %37), etil alkol (Isolab, %99.9), tersiyer bütil alkol (Merck) ve Reactive Black 5 (DyStar) azo boyarmaddesi kullanılmıştır.

Metod

Belirlenen derişimde hazırlanan 500 mL RB5 boyarmadde çözeltisi kuvars camdan yapılmış 0.7 dm^3 hacmindeki reaktöre boşaltılarak manyetik karıştırıcı (Isolab) ile karıştırılır. Boyarmadde çözeltisinin pH'ı 0.1 M HCl çözeltisi ile istenilen pH değerine ayarlandıktan sonra peroksimonosülfat oksidantı eklenir. 5 dakika karıştırıldıktan sonra lambalar açılarak deney başlatılır. Deneysel çalışmalarda 254 nm dalga boyunda 2 adet 8W UV-C lamba (Osram) ya da 8W 352 nm dalga boyunda UV-A lamba (Eiko) kullanılmıştır. Lambalar kuvars reaktörden 10 cm uzaklığa yerleştirilmiştir. Deneysel çalışmalar boyunca sıcaklık 25°C'de sabit tutulmuştur. Deney süresinde belirlenen sürelerde reaksiyon ortamından örnekler alınarak RB5 boyarmaddesinin 597 nm'de absorbans değerleri UV-Vis Spektrofotometresi (UV-1800 Shimadzu) ile ölçülmüştür. Ölçülen absorbans değerlerinden derişim değerleri hesaplanmış ve Eşitlik 2 kullanılarak % renk giderimi belirlenmiştir (Omaç F, 2021).

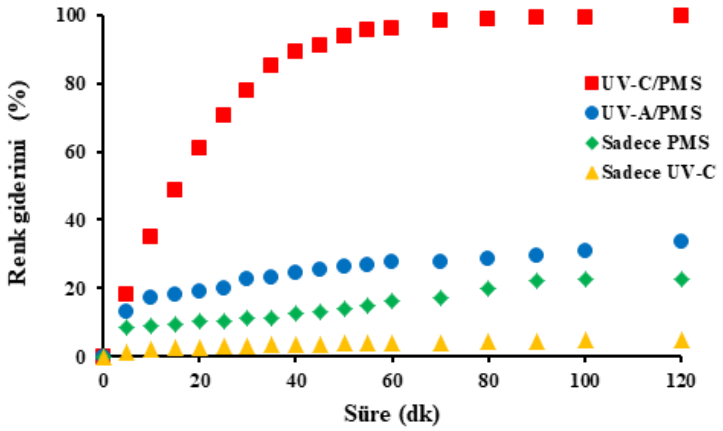
$$\%\ \text{Renk Giderimi} = \frac{C_0 - C}{C_0} \text{x}100 \quad (2)$$

burada C_o and C sırasıyla t=0 ve t=t anındaki RB5 derişimidir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

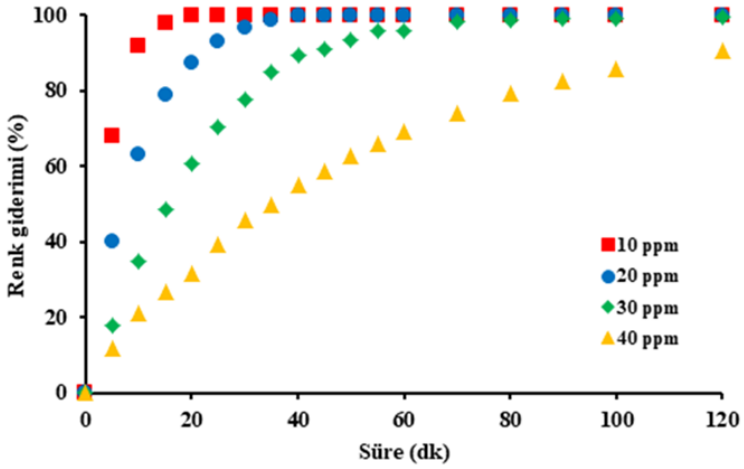
Deneysel çalışmalarda öncelikle farklı koşullarda kontrol deneyleri yapılmıştır. Şekil 1'den görüldüğü gibi, sadece UV lamba ya da peroksimonosülfat oksidantı kullanıldığında 120 dakika sonunda sırasıyla %5 ve %23 giderim elde edilirken peroksimonosülfat oksidantı 254 nm dalga boyuna sahip UV-C lamba ile

birlikte kullanıldığında giderim değeri aynı süre sonunda %100'e çıkmıştır. UV-C lamba yerine 352 nm dalga boyunda UV-A lamba kullanıldığın da ise 120 dakika sonunda %34 giderim elde edilmiştir. peroksimonosülfat oksidantının oksidasyon potansiyeli (1.8 V) sülfat radikaline göre daha düşük olup aktive edilmeden kullanıldığında kirleticileri giderme hızı yavaştır. Sadece UV lamba kullanıldığında fotoliz yoluyla giderim olmaktadır ve RB5 boyarmaddesinin fotoliz ile giderimi düşüktür. peroksimonosülfat oksidantı UV-C lamba ile aktive edildiğinde Eşitlik 1'e göre sülfat ve hidroksil radikallerini oluştuğundan renk gideriminde önemli ölçüde artış gözlenmiştir. UV-C lamba yerine UV-A lamba kullanıldığında daha düşük renk giderimi elde edilmiştir. RB5 boyarmaddesinin 254 ve 352 nm'de hesaplanan molar absorpsiyon katsayıları sırasıyla 12516 ve 5932.6 $M^{-1}cm^{-1}$'dir. Yüksek molar absorpsiyon katsayısı daha çok ışının RB5 tarafından absorplandığını gösterdiğinden UV-C lamba ile giderim daha fazla olmuştur.



Şekil 1. Farklı koşullarda yapılan kontrol deneyleri
(pH=3, [RB5]=30 ppm)

Peroksimonosülfat/UV sisteminde RB5 boyarmaddesinin renk giderimine RB5 başlangıç derişiminin etkisini araştırmak için pH=3'de 1 mM peroksimonosülfat oksidantı kullanılarak farklı RB5 derişimlerinde deneyler yapılmıştır. Şekil 2'den görüldüğü gibi, 30 dakika sonunda 10 ,20, 30 ve 40 ppm RB5 derişim değerlerinde %100, %97, %78 ve %46 renk giderimi elde edilirken, 120 dakika sonunda 20 ve 30 ppm değerleri için %100 ve 40 ppm değerinde ise %86 giderim gözlenmiştir. Sabit oksidant ve UV-C ışın şiddetinde boyarmadde derişiminin artması ile birim boyarmadde molekülü başına düşen sülfat radikali azalmaktadır. Bundan dolayı yüksek RB5 derişimlerinde, reaksiyon ortamında oluşan sülfat radikali yeterli olmamaktadır. Ayrıca yüksek derişimlerde oluşan ara ürün miktarı da fazla olmakta ve böylece ortamda bulunan sülfat radikallerini bu ürünler de tükettiğinden RB5 renk giderimi azalmaktadır (Kordkandi ve Forouzesh, 2014; Peng ve ark., 2021; Yang ve ark., 2019).



Şekil 2. RB5 boyarmaddesinin renk giderimine RB5 başlangıç derişiminin etkisi (pH=3, [PMS]=1 mM)

Peroksimonusülfat/UV sisteminde RB5 boyarmaddesinin renk giderimine PMS derişiminin etkisini belirlemek amacıyla 30 ppm derişiminde RB5 boyarmadde çözeltisi kullanılarak pH=3'de 0.25-2 mM derişimlerinde yapılan deneylerde elde edilen sonuçlar Şekil 3'de verilmiştir. 0.25 mM PMS kullanıldığında 120 dakika sonunda %87 renk giderimi gözlenmiştir. 0.5- 2 mM derişim aralığında ise tüm değerler için %100 giderim elde edilmiştir. PMS oksidantının derişiminin artmasıyla daha fazla sülfat radikali oluşacağından renk giderimi de artmaktadır (Dhaka ve ark., 2018, Luo ve ark., 2020).

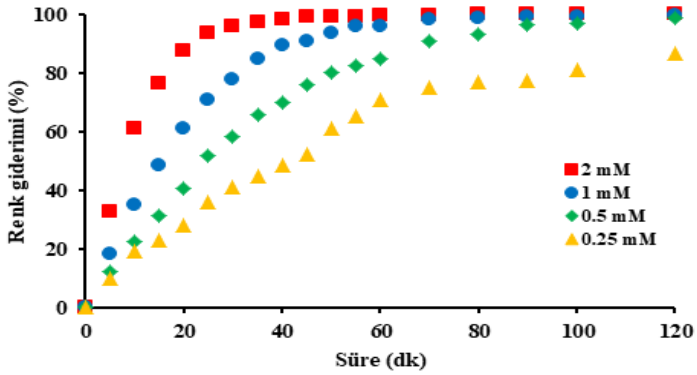
Peroksimonosülfat/UV sisteminde RB5 boyarmaddesinin renk gideriminde etkin olan radikali belirlemek için reaksiyon ortamına radikal tutucu alkoller eklenmiştir. Etil alkol (EtOH) gibi α- hidrojeni içeren alkol ortama eklendiğinde, etil alkolün sülfat ve hidroksil radikallleri ile olan reaksiyonlarına ait hız sabitleri yüksek olduğundan her iki radikal de etil alkol tarafından tutulmaktadır (Eşitlik 3 ve 4). Tersiyer bütil alkol (TBA) gibi α- hidrojeni içermeyen alkol ortama eklendiğinde ise bu alkol tarafından hidroksil radikali tutulmaktadır (Eşitlik 3-6) (Ji ve ark., 2015). Alkol:oksidant mol oranı 50:1 alınarak yapılan deneysel çalışmalarda ortama TBA ve EtOH eklendiğinde 120 dakika sonunda elde edilen renk giderimi değerleri sırasıyla % 61 ve %46'dır (Şekil 4). Alkol eklenmeden aynı koşulda yapılan deneysel çalışmada ise %100 renk giderimine ulaşılmıştır. Bu durum etkin olan radikalin sülfat radikali olduğunu göstermektedir.

$SO_4^{\bullet-}$ + EtOH ⟶ Ürünler k=1.6 - 7.7x10^7 M^{-1} s^{-1} (3)

$^{\bullet}OH$ + EtOH ⟶ Ürünler k=1.2 - 2.8x10^9 M^{-1} s^{-1} (4)

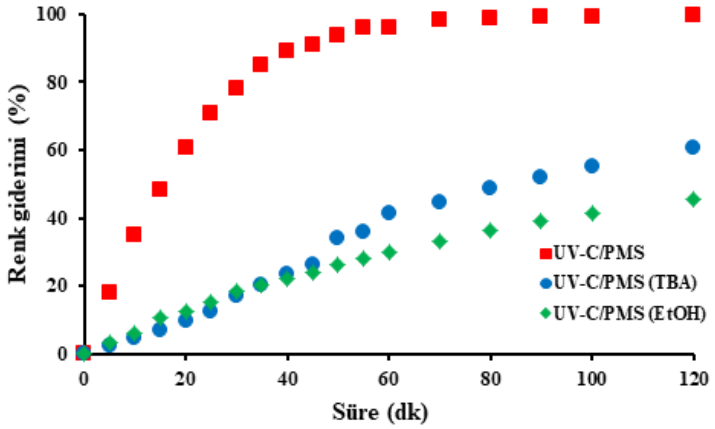
$SO_4^{\bullet-}$ + TBA ⟶ Ürünler k=4-9.1x10^5 M^{-1} s^{-1} (5)

$^{\bullet}OH$ + TBA ⟶ Ürünler k= 3.8-7.6x10^8 M^{-1} s^{-1} (6)



Şekil 3. RB5 boyarmaddesinin renk giderimine peroksimonosülfat derişiminin etkisi

(pH=3, [RB5]=30 ppm)



Şekil 4. RB5 boyarmaddesinin renk giderimine EtOH ve TBA eklenmesinin etkisi (pH=3, [RB5]=30 ppm, [PMS]=1 mM)

SONUÇ

Bu çalışmada RB5 azo boyarmaddesinin peroksimonosülfat/UV sisteminde renk giderimi incelenmiştir. Peroksimonosülfat oksidantının aktive edilmesinde UV-C ışınının daha etkili olduğu belirlenmiştir. RB5 boyarmaddesinin başlangıç derişimi arttıkça renk gideriminin azaldığı ve peroksimonosülfat derişiminin artmasıyla da arttığı gözlenmiştir. Peroksimonosülfat/UV sisteminde etkin olan radikalin sülfat radikali olduğu görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FYL-2019-1600 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Deng Y, Zhao R 2015. Advanced Oxidation Processes (AOPs) in Wastewater Treatment. Current Pollution Reports, 1:167–176.

Dhaka S, Kumar R, Lee S-H, Kurade MB, Jeon B-H 2018. Degradation of ethyl paraben in aqueous medium using advanced oxidation processes: Efficiency evaluation of UV-C supported oxidants. Journal of Cleaner Production, 180:505-513.

Ghanbari F, Moradi M 2017. Application of peroxymonosulfate and its activation methods for degradation of environmental organic pollutants: Review. Chemical Engineering Journal, 310: 41-62.

Giannakis S, Andrew K-YL, Ghanbari F 2021. A review of the recent advances on the treatment of industrial wastewaters by Sulfate Radical-based Advanced Oxidation Processes (SR-AOPs). Chemical Engineering Journal, 406:127083.

Ji Y, Shi Y, Dong W, Wen X, Jiang M, Lu J 2016. Thermo-activated persulfate oxidation system for tetracycline antibiotics degradation in aqueous solution. Chemical Engineering Journal, 298: 225-233.

Ji Y, Dong C, Kong D, Lu J, Zhou Q 2015. Heat-activated persulfate oxidation of atrazine: Implications for remediation of groundwater contaminated by herbicides. Chemical Engineering Journal, 263:45-54.

Kordkandi SA, Forouzesh M 2014. Application of full factorial design for methylene blue dye removal using heat-activated persulfate oxidation. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 45: 2597-2604.

Luo C, Wu D, Gan L, Cheng X, Ma Q, Tan F, Gao J, Zhou W, Wang S, Zhang F, Ma J 2020. Oxidation of Congo red by thermally activated persulfate process: Kinetics and transformation pathway. Separation and Purification Technology, 244:116839.

Omaç F 2021. Sülfat Radikali Oluşumuna Dayalı İleri Oksidasyon Prosesleri ile Organik Bileşiklerin Giderimi, Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya

Oturan MA, Aaron J-J 2014. Advanced oxidation processes in water/wastewater treatment: principles and applications. A review. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 44:2577–2641.

Peng W, Fu Y, Wang L, Wang Y, Dong Y, Huang Y, Wang Z 2021. Effects of exogenic chloride on oxidative degradation of chlorinated azo dye by UV-activated peroxodisulfate. Chinese Chemical Letters, 32:2544-2550.

Peternel I, Grcic I, Koprivanac N 2010. Degradation of reactive azo dye by UV/peroxodisulfate system: an experimental design approach. Reaction Kinetics Mechanism and Catalysis, 100:33–44.

Shu H-Y, Chang M-C, Huang S-W 2016. Decolorization and mineralization of azo dye Acid Blue 113 by the UV/Oxone process and optimization of operating parameters. Desalination and Water Treatment, 57: 7951-7962.

Tan C, Gao N, Deng Y, Rong W, Zhou S, Lu N 2013. Degradation of antipyrine by heat activated persulfate. Separation and Purification Technology, 109: 122-128.

Yang S, Wang P, Yang X, Shan L, Zhang W, Shao X, Niu R 2010. Degradation efficiencies of azo dye Acid Orange 7 by the interaction of heat, UV and anions with common oxidants: Persulfate, peroxymonosulfate and hydrogen peroxide. Journal of Hazardous Materials, 179:552-558.

Yang Q, Ma Y, Chen F, Yao F, Sun J, Wang S, Yi K, Hou L, Li X, Wang D 2019. Recent advances in photo-activated sulfate radical-advanced oxidation process (SR-AOP) for refractory organic pollutants removal in water. Chemical Engineering Journal, 378:122149.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Kutup tatlı göl suyu örneğinden *Chryseobacterium* sp. EK1'in izolayonu ve karakterizasyonu

Fulya ÖZAYDIN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2900-9044),* Aslıhan KURT KIZILDOĞAN[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9323-0993)*

[1]Ondokuzmayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Samsun, Türkiye

[2]Ondokuzmayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Samsun, Türkiye

Sorumlu yazar e-mail: fulyaozaydin98@gmail.com

Özet

Flavobacterium glaum bakterisinin yeniden sınıflandırılması sonucu ortaya çıkmış olan *Chryseobacterium* sp. turuncu-sarı renk pigmente sahip, psikrotolerant, gram negatif bir bakteri türüdür. Yapılan araştırmada Galindez adasından temin edilmiş olan Y11 kodlu kutup tatlı göl suyuna ait örnek kullanılarak yapılan bakteri izolasyonu sonucunda kanamisin içerikli besiyeri içerisinde tespit edilmiş, 16S rRNA analizine göre *Chryseobacterium* sp. ile %99.54 oranında benzerlik gösteren izolat elde edilmiştir. Bakteriye ait morfolojik ve fizyolojik karakterizasyon işlemleri sonucunda bakterinin 15-22ºC aralığında optimum üreme gösterdiği, IAA (Indol-3 acetic acid) üretimi 24.saat ölçümlerinde 4,33 µg olduğu tespit edilmiştir. Bakteriye ait gerçekleştirilen ağır metal inhibisyonu deneyleri sonucunda 50 mg/ml ve 100 mg/ml konsantrasyonlarında Pb'ye direnç gösterdiği tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Antarktika, mikroorganizma izolasyonu, psikrotolerant

Isolation and characterization of *Chryseobacterium* sp. EK1 from polar fresh lake water

Abstract

Chryseobacterium sp., which emerged as a result of reclassification of *Flavobacterium glaum*, is a psychrotolerant, gram-negative bacterium with orange-yellow pigment. In this study, an isolate with 99.54% similarity to *Chryseobacterium* sp. was obtained based on 16S rRNA analysis and which was isolated from the kanamycin-containing medium by using the sample of polar fresh lake water with the code Y11 obtained from Galindez island. As a result of the morphological and physiological characterization, the bacterium showed optimum growth in the range of 15-22ºC, and produced 4.33 µg IAA (Indol-3 acetic acid) at 24th hour of fermentation. Also, this strain showed resistance to Pb at concentrations of 50 mg/ml and 100 mg/ml.

Keywords: Antarctica, isolation of microorganism, psychrotolerant

GİRİŞ

Antarktika kıtası dünyanın en kuzey ucu olmakla birlikte, buzla kaplı ve dünyanın en soğuk noktasıdır. Bu kıtada yaşamın oldukça sınırlı olması ve verimsiz çevre şartları olması nedeniyle çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Ancak, ekstrem çevre şartlarında yaşam sürdürebilen mikroorganizmalar mevcut olup bu tip mikroorganizmalar ekstremofil olarak isimlendirilmektedir. Antarktika kıtası da oldukça düşük sıcaklık değerleri ve değişken tuz konsantrasyonları ile mikroorganizma yaşantısı için ekstrem şartları sağlamaktadır.

Çalışmanın amacı, ekstrem koşullara sahip Antartika'daki Galindez adasından bakteri izolasyonu ve karakterizasyonudur.

MATERYAL VE METOD

Mikroorganizma izolasyonu

Y11 kodlu su örneği 30 µg/ ml konsantrasyonda kanamisin içeren NA (Nutrient Agar) besiyeri içerisine 100 µl olacak şekilde yayma ekim tekniği ile ekilmiştir. 7 gün süre ile 15 ºC'de inkübe edilmiştir.

Genomik DNA izolasyonu

Genomik DNA izolasyonu için Cutting, 1990'a ait metod kullanılmıştır. Bakteri 10 ml NB (Nutrient Broth) besiyeri içerine ekilmiş, 15 ºC'de 2 gün süre ile inkübe edilmiştir. Üreyen bakteri kültüründen 2 ml alınarak 6500 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. 2 ml sıvı kültüre ait pelet 567 µl TE tamponu içersinde çözülmüştür. Karışıma 30 µl Proteinaz K (20 mg/ml), 6 µl RNAz A (20 mg/ml), 24 µl lizozim (100 mg/ml), 30 µl %10'luk SDS eklenerek 37 ºC'de 1 saat inkübe edilmiştir. Ardından, karışım üzerine 5 M NaCl den 100 µl ve CTAB/NaCl'den 800 µl eklenerek 65 ºC'de 10 dk inkübe edilmiştir. Sonraki aşamada ise 1:1 oranında fenol:kloroform:izoamilalkol (25:24:1) eklenerek karışım 13 000 rpm'de 10 dk santrifüj edilmiştir. Süpernatant yeni tüpe alınarak üzerine 0.7x izopropanol eklenmiş, 13 000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Dibe çökmüş olan DNA üzerine 1 ml %70'lik etanol eklenerek 13 000 rpm'de 5 dk santrifüj edilmiştir. Etanol 37 ºC'de uçurulduktan sonra DNA 20 µl TE içerisinde çözülmüştür (Cutting, 1990).

16S rRNA bölgesinin PZR ile çoğaltılması

PZR reaksiyonunun gerçekleştirilmesinde, üniversal primerler olan BactF ve 1492R primerleri kullanılmıştır (Çizelge 1). PZR içerik ve koşulları Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 1. PZR reaksiyonu için kullanılan primer dizileri

Primer adı	5'→ 3' nükleotid dizisi	Tm (°C)	Amplikon Büyüklüğü (bç)	Özellik	Referans
BactF	AGAGTTTGATCATGGCTCAG	62	1465-1520	16S rRNA dizisi	Lane (1991)
1492R	GGTTACCTTGTTACGACTT	59			

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan PZR içerik ve koşulları

PZR içeriği		**PZR Koşulları**	
İçerik	Miktar (µl)	Sıcaklık (ºC)	Süre
5X Q5 DNA polimeraz tamponu (1X)	4	98	30 sn
10 mM dNTP (200 µM)	0.4	98	10 sn
İleri Primer (10 µM)	1	Tm-5	30 sn
Geri Primer (10 µM)	1	72	1000 bç/ 15-30 sn
Kalıp DNA (100 ng/µl)	1	72	5 dk
Q5 DNA Polimeraz (0,02 U/µL)	0.2	+ 4	∞
Toplam Hacim	20		

PZR reaksiyonu sonrası ürünler 1 mg/ml etidyum bromür içeren % 0.8 konsantrasyonunda hazırlanmış agaroz jelde, 50 dk. 80 V akım ile yürütülmüştür. Elektroforez tamponu olarak 1X TAE (Tris-asetat-EDTA) kullanılmıştır. Elektroforez işleminin ardından jeldeki DNA bantları UV transilluminatörde incelenmiştir. Ardından, jelden kesilen bantlarda DNA ekstraksiyonu için NucleoSpin Gel and PCR Cleanup kiti

kullanılmıştır. Ekstrakte edilen DNA'ların konsantrasyonu NanoDrop® ND-2000 cihazında belirlenerek ilgili sekans firmalarına gönderilmiştir.

DNA dizileme ve filogenetik ağaç oluşturma

DNA dizileme BM Labosis (Ankara) firması tarafından gerçekleştirilmiştir. Sanger dizileme yöntemi kullanılarak AB3730xl cihazında kapiller ayırım ile yapılan dizileme sonucunda elde edilen nükleotit dizileri BLAST programı aracılığı ile veri tabanındaki dizilerle karşılaştırılmıştır. (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi). BLAST programından çekilen nükleotid dizileri kullanılarak ClustalW (Thompson, Higgins, & Gibson, 1994) yardımıyla çoklu dizi hizalamaları gerçekleştirilmiştir. MEGAX yazılım paketinde bulunan (Kumar, Stecher, & Tamura, 2016) Neighbor Joining algoritması ve Kimura iki parametre testi kullanılarak filogenetik ağaç oluşturulmuştur. Dış grup olarak *Vibrio* chrolerae kullanılmıştır.

Indol-3-asetik asit (IAA) üretimi

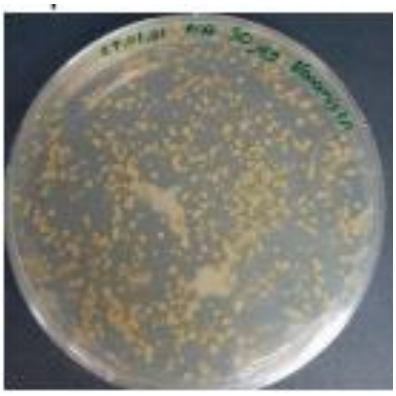
Indol-3-asetik asit (IAA) üretiminin belirlenebilmesi için (Fan vd., 2018) tarafından rapor edilen yöntem uygulanmıştır. Suşlar, Tripton-Maya Ekstraktı (TY) içeren sıvı besiyerinde karanlık ortamda, 15 °C ve 200 rpm'de 120 saat inkübe edilmiş ve 24 saat aralıklarla 2 ml kültür alınarak IAA üretimine ait ölçüm yapılmıştır. İnkübasyon sonrasında alınan 2 ml bakteri kültürleri 10 dk boyunca 13,000 x g'de santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatantdan 1 ml alınıp üzerine 2 ml Salkowski ajanı (1 litre için: 4.5 g FeCl3 ve 10.8 M H2S04) eklenmiştir. Kuvvetli bir şekilde vorteks yapılan numuneler 30 dk oda sıcaklığında inkübe edilmiştir. Ölçümler 24 saat aralıklarla 5 gün boyunca tekrar edilmiştir. IAA standardı bilinen konsantrasyonlarından hazırlanan standart bir eğri ile karşılaştırılarak OD_{600} nm' de izolatın IAA üretim potansiyeli tespit edilmiştir.

Ağır metal direncinin belirlenmesi

50 mg/ml ve 100 mg/ml konsantrasyonlarda Pb içeren NA plakalarına McFarland değeri 0.5 olan kültürden çizgi ekim yapılarak 7 gün süre ile 15 ºC'de inkübe edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

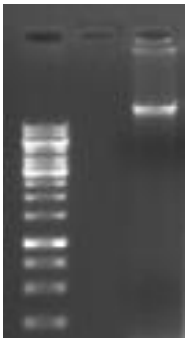
Y11 kodlu kutup tatlı gölsuyunun kanamisin içerikli NA petrisi içerisine ekilmesi sonucu turuncu pigmentli koloni oluşumu gözlemlenmiştir (Şekil 1).



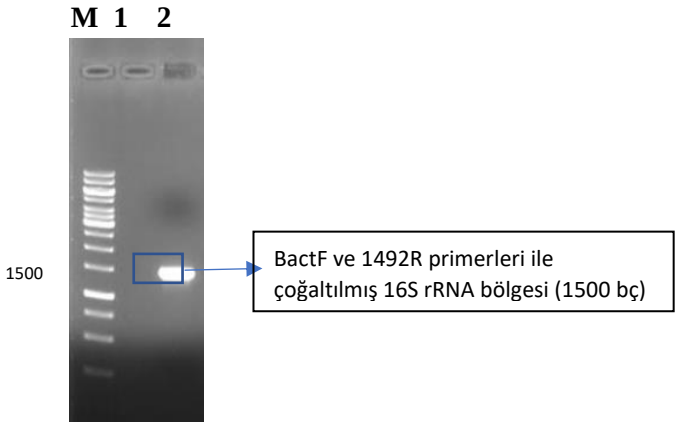
Şekil 1. Kanamisin içerikli besiyerinde Y11 kodlu su örneğinden elde edilen koloniler.

Oluşan kolonilerden biri seçilerek genomik DNA izolasyonu yapılmış (Şekil 2) ve 16S rRNA analizi için PZR gerçekleştirilmiştir (Şekil 3).

M 1



Şekil 2. M: Generuler 1 kb ladder, 1: Koloniden elde edilen ait genomik DNA.



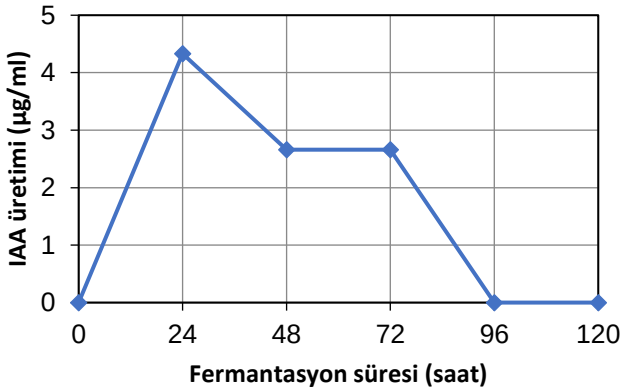
Şekil 3. M: Generuler 1 kb ladder. 1. Negatif kontrol reaksiyonu, 2: İzolata ait 16S rRNA amplikonu.

Filogenetik analizler sonucunda izolat *Chryseobacterium* sp. ile %99.54 oranında sekans benzerlik göstermiş ve *Chryseobacterium* sp. EK1 olarak adlandırılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. *Chryseobacterium* sp. EK1'e ait filogenetik ağaç.

Chryseobacterium sp. EK1 en iyi IAA üretimini fermantasyonun 24. saatinde sağlamış (Şekil 5) ve maksimum 100 mg/ml PB varlığına tolerans gösterebilmiştir (Şekil 6).



Şekil 5. *Chryseobacterium* sp. EK1'de IAA üretimi.



a) **b)**

Şekil 5. *Chryseobacterium sp.*EK1'in Pb'ye toleransı. a) 50 mg/ml Pb, b) 100 mg/ml Pb.

TEŞEKKÜR

2019 yılı 3. Kutup Bilimleri Seferi kapsamında örneklerin temini için sayın Prof. Dr. Ersan BAŞAR'a, Prof. Dr. Fatma TELLİ KARAKOÇ ve Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz KAYA hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Çalışma OMÜ PYO tarafından PYO.ZRT.1904.22.004 proje kodu ile desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Cutting, S. M. (1990). Genetic analysis. *Molecular biological methods for Bacillus*.

Fan, M., Liu, Z., Nan, L., Wang, E., Chen, W., Lin, Y., & Wei, G. (2018). Isolation, characterization, and selection of heavy metal-resistant and plant growth-promoting endophytic bacteria from root nodules of Robinia pseudoacacia in a Pb/Zn mining area. *Microbiological Research, 217*, 51-59.

Kumar, S., Stecher, G., & Tamura, K. (2016). MEGA7: molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular biology and evolution, 33*(7), 1870-1874.

Lane, D. (1991). 16S/23S rRNA sequencing. *Nucleic acid techniques in bacterial systematics*, 115-175.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Metal işleme yağlarında kullanılan kükürtlü EP ve AW katkı maddelerinin 4 bilye test cihazı ile performans etkilerinin incelenmesi

Burak KÖKSAL[1*,2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5208-6625*), Ebru ERDOĞAN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2710-0899*), Hanife GÜLEN TOM[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4599-5403*)

[1]Belgin Madeni Yağlar, Ar-Ge Merkezi, Kocaeli, Türkiye

[2]Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya, Kocaeli, Türkiye

burak.koksal@belginoil.com

Özet

Metal işleme operasyonlarında metalin metale temasını önlemek amacıyla kullanılan yağlara, yağların film dayanımını artırmak ve metal yüzeyler arasındaki sürtünmeyi azaltmak amacıyla aşırı basınç (EP) ve aşınma önleme (AW) katkı maddeleri ilave edilmektedir. EP ve AW katkı maddeleri metal yüzeyler ile fiziksel absorpsiyon veya kimyasal reaksiyon yoluyla etkileşime girerek yağ film dayanımının artırılmasını sağlayan katkılardır. Metal işleme yağları formülasyonlarında yağın EP ve AW özelliklerinin iyileştirilmesi için yaygın olarak kullanılan en etkili katkı maddeleri klor, çinko, kükürt ve fosfor bileşikleridir. Bu bileşiklerden yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmaları ve metal yüzeyler arasındaki sürtünmeyi en etkin şekilde azaltmaları sebebi ile en çok tercih edilenleri kükürtlü katkı maddeleridir. Kükürtlü katkı maddeleri metal yüzeylerde metal-sülfit tribofilm oluşturarak sürtünmeyi minimuma indirmekte ve yağların yük taşıma kapasitesini artırmaktadır. Kükürtlü EP ve AW katkı maddeleri arasında olefin, trigliserit, izobütilen, yağ asitleri (erusik, oleik) gibi yapılar ön plana çıkmaktadır. Bu çalışma kapsamında, kükürtlü olefin, kükürtlü trigliserit, kükürtlü ester katkı maddelerinin, Grup II baz yağ içerisindeki aşınma önleme ve aşırı basınç performansları karşılaştırılmıştır. Kullanılan kükürtlü katkı maddelerinin performans karşılaştırılması için Dört Bilye Test cihazı ile çalışılmıştır. Dört Bilye test cihazında aşınma önleme performansını belirlemek için ASTM D 4172 metodu ile çalışılırken, yük taşıma kapasitesini belirlemek için ASTM D 2783 metodu kullanılmıştır. Dört Bilye test cihazında aşınma testinden çıkan çelik bilyelerin yüzey morfolojisi 3D Mikroskop cihazında incelenmiş ve karşılaştırmaları yapılmıştır. Yapılan çalışmalar ve performans değerlendirmelerinin sonucunda, en yüksek aşınma önleme ve aşırı basınç performansının kükürtlü trigliserit içeren formülasyon ile elde edildiği, en düşük aşınma önleme ve aşırı basınç performansının ise kükürtlü olefin içeren formülasyon olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kükürtlü Katkılar, Yağlayıcılar, Aşınma Önleme, Aşırı Basınç

Investigation of the performance effects of sulfurized EP and AW additives used in metalworking oils with a 4 ball tester

Abstract

Extreme pressure (EP) and anti-wear (AW) additives are added to the oils used in metalworking operations to prevent metal-to-metal contact, to increase the film strength of the oils and to reduce the friction between metal surfaces. EP and AW additives are additives that interact with metal surfaces through physical absorption or chemical reaction to increase oil film strength. Chlorine, zinc, sulfur and phosphorus compounds are the most effective additives commonly used in metalworking oils formulations to improve the EP and AW properties of the oil. Sulfur additives are the most preferred of these compounds because they are resistant to high temperatures and reduce the friction between metal surfaces in the most effective way. Sulfur additives form a metal-sulfide tribofilm on metal surfaces, minimizing friction and increasing the load carrying capacity of oils. Among the sulfurized EP and AW additives, structures such as olefin, triglyceride, isobutylene, fatty acids (erucic, oleic) come to the fore. In this study, the antiwear and extreme pressure performances of sulfurized olefin, sulfurized triglyceride, sulfurized ester additives in Group II base oil were compared. 4 Ball Tester was used to compare the performance of the sulfurized additives used. The ASTM D 4172 method was used to determine the anti-wear performance of the 4 Ball tester,

while the ASTM D 2783 method was used to determine the load carrying capacity. The surface morphology of the steel balls, which came out of the wear test in the 4 Ball Tester, was examined in the 3D Microscope device and comparisons were made. As a result of the studies and performance evaluations, it was determined that the highest anti-wear and extreme pressure performance was obtained with the formulation containing sulfurized triglyceride, while the lowest anti-wear and extreme pressure performance was the formulation containing sulfurized olefin.
Keywords: Sulfurized Additives, Lubricants, Anti Wear, Extreme Pressure

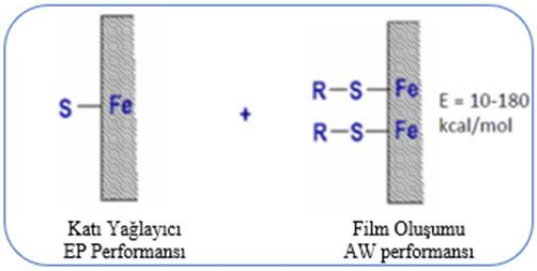
GİRİŞ

Metal işleme; taşlama, kesme, honlama, delme gibi operasyonlarda metalin şekillendirilmesi işlemidir. Bu operasyonlar esnasında, metallerin yüzeyleri arasında sürtünme ve aşınma meydana gelmekte, buna bağlı sıcaklık artışı ve ısı açığa çıkmaktadır. Metaller arasındaki sürtünmeyi ve dolayısı ile oluşacak ısıyı azaltmak için bu operasyonlarda metal işleme sıvıları (MWF) kullanılmaktadır. Metal işleme sıvıları; temel olarak pür ve su ile emülsiye edilebilir yağlar olmak üzere 2 ana grupta incelenmekte, her bir grup da kendi içerisinde operasyona, işlenen malzeme ve yağdan beklenen ihtiyaca göre farklı yapılarda formüle edilebilmektedir. Pür metal işleme yağları temel olarak mineral esaslı yağlayıcılar kullanılarak formüle edilen yağlardır. Fakat formülasyonda kullanılan mineral esaslı yağlar yük kapasitesini artırmak ve makinenin ömrünü uzatmak için tek başlarına yeterli performansı sağlayamazlar. Bu nedenle, metal işleme operasyonlarında kullanılan yağlara metal-metal temasını önlemek, metal yüzey ile etkileşim halindeki yağ filminin mukavemetini ve yük dayanımını artırmak için "aşırı basınç (EP) ve aşınma önleyici (AW)" katkı maddeleri ilave edilmektedir.

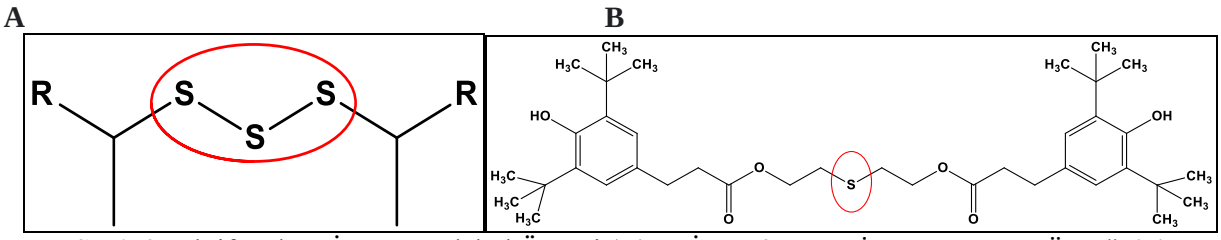
AW ve EP katkı maddeleri metal yüzeyi ile kimyasal reaksiyona girerek etki göstermektedirler. Metal-metal sürtünmesi sonucu ortaya çıkan ısı, katkı maddelerinin metal yüzeyi ile reaksiyon için gerekli aktivasyon sıcaklığına ulaştığında katkı molekülleri içindeki bağlar kırılarak reaksiyon ürünleri meydana gelmekte ve yüzeyde polimerik yapısal film oluşmaktadır. (Bastian, 1951, Gündoğdu, 2006). EP ve AW katkıları, yüzeyde oluşan kopma dayanımı büyük ve kayma gerilmeleri küçük olan bu film sayesinde sürtünmeyi azaltır, aşınmayı kontrol eder ve şiddetli yüzey bozulmalarını önlerler.

Metal işleme yağlarında EP ve AW katkı maddeleri olarak klor, çinko, kükürt ve fosfor bileşikleri kullanılmaktadır. Bu bileşikler arasında yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmalarından ve aşırı basınç esnasında metal sülfit tribofilmler oluşturarak (Şekil 1.) metal yüzeyler arasındaki sürtünmeyi en etkili şekilde azaltmalarından dolayı kükürtlü katkı maddeleri tercih edilmektedir (Canter, 2014). Kükürtlü katkılar öncelikle metal yüzey üzerinde adsorbe edilen disülfitlerden, aşınma önleyici özellikleri bulunan organik monosülfitlere dönüşmektedir. Basınç ve sıcaklık etkisi ile de yapıda bulunan organik kükürtler parçalanarak inorganik sülfürler olarak reaksiyona girmekte ve bu sayede aşırı basınç özelliği göstermektedirler.

Kükürtlü katkı maddeleri aktif ve inaktif kükürt bileşikleri olarak ikiye ayrılır (Canter, 2007, Riga ve ark., 1993). Aktif kükürt bileşikleri metal yüzeylerde düşük sıcaklıklarda reaksiyona girerken, inaktif kükürt bileşikleri daha yüksek sıcaklıklarda reaksiyona girmektedir (Fitch, 2006). Ayrıca, aktif kükürt molekülleri, iki veya daha fazla kükürt atomundan oluşan zincirleri içermektedir (Şekil 2A) ve diğer kükürt molekülleri ile bağlandığında kolayca kırılabilen kimyasal bir zincir oluşturur. İnaktif kükürt molekülleri ise ikiden daha az kükürt atomu içermekte (Şekil 2B) ve kükürt atomları karbon ya da oksijene bağlandığında kırılması daha zor bir yapı oluşturmaktadırlar (Stubbs, 2022).



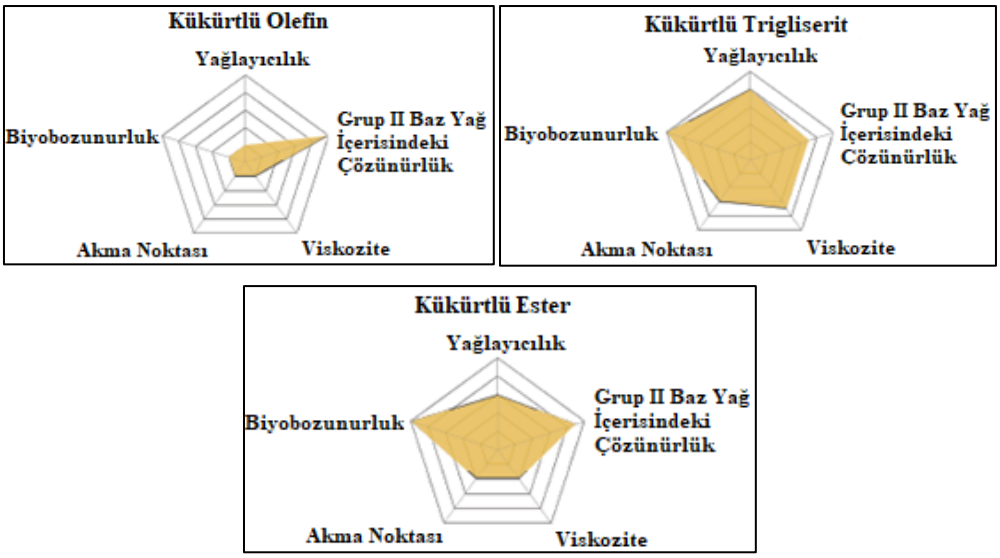
Şekil 1. Kükürtlü Katkı Maddelerinin Metallerle Olan Etkileşimleri



Şekil 2. Aktif Kükürt İçeren Molekül Örneği (A) ve İnaktif Kükürt İçeren Molekül Örneği (B)

Aktif kükürt bileşikleri sarı metalde korozyon ve lekelenme sorunlarına neden olur ve bakır, çinko ve diğer metalleri aşındırmaktadır. Bu sayede, kükürdün aktiflik özelliği Cu gibi sarı metal üzerinde oluşturduğu korozyon oranından belirlenebilmektedir. Kükürt iyonları çözelti içinde bakır iyonları ile birleşerek yağda Cu_2S (bakır sülfür), $CuSO_3$ (bakır sülfit) ve $CuSO_4$ (bakır sülfat) gibi bakır tuzları oluşturur. Bu metalik tuzlar, mineral yağda çözünmezler ve hemen çökmeye başlarlar. Bu nedenle, bakır-kükürt tuzları metaller üzerinde korozyona sebep olmaktadırlar (Sundin, 2018). Ayrıca aktif kükürt içeren katkı maddeleri, su ile kolayca hidrolize olur, bu da hem katkı maddesinin etkisini kaybetmesine hem de asidik ürünlerin oluşmasına neden olur. Bu asidik ürünler, bronz ve pirinç gibi yumuşak metaller içeren bileşenleri aşındırabilir (Atan, 2011). Bu sebeplerden dolayı kükürtlü katkı maddeleri yumuşak metallerde tercih edilmemektedir.

Kükürtlü katkı maddelerin seçiminde yağlayıcılık, çözünürlük, biyobozunurluk, viskozite gibi özellikler göz önünde bulundurularak kükürtlü olefin, kükürtlü trigliserit ve kükürtlü ester bileşikleri tercih edilmiştir. Şekil 3'te yer alan bilgilere göre kükürtlü trigliserit yapısı, en iyi yağlama özelliğine sahipken, kükürtlü olefin yapısının yağlayıcılık özelliği zayıftır. Öte yandan çözünürlükleri karşılaştırıldıklarında Grup II baz yağ içerisindeki en iyi çözünürlüğe sahip katkıların kükürtlü olefin ve kükürtlü ester yapıları olduğu görülmektedir (Lubes'N'Greases, 2022).



Şekil 3. Kullanılan Kükürtlü Katkıların Özelliklerinin Karşılaştırılması

Bu çalışmada 3 farklı aktif kükürtlü AW ve EP katkı maddesi ISO VG 22 Grup II Parafinik Baz Yağ içerisinde formüle edilerek hazırlanan yağlayıcıların 4 bilye test cihazı ile nihai ürün performansına etkileri incelenmiştir. Aşırı basınç performansını belirlemek için ASTM D 2783 metodu kullanılırken, aşınma önleme performansı için ASTM D 4172 metodu kullanılmıştır.

MATERYAL VE METOD

Günümüzde Grup II baz yağların yağlayıcı formülasyonlarında kullanımları Grup I yağlara göre daha yüksek oksidasyon stabilitesine sahip olduklarından giderek artmaktadır. Bu nedenlerden, çalışmada viskozitesi ISO VG 22 olan Grup II baz yağ kullanımı tercih edilmiştir. Grup II baz yağların genel teknik özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

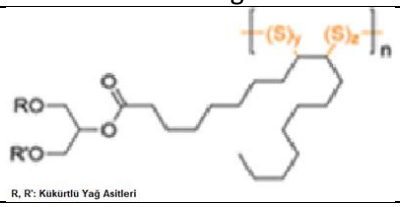
Tablo 1. Grup II- Baz Yağın Teknik Özellikleri

Özellikler	ISO VG 22 Grup II Baz Yağ	Yöntem
Yoğunluk (g/ml, 15°C)	0,8435	ASTM D 1298
Kinematik viskozite (40°C, cSt)	21,133	ASTM D 445
Kinematik viskozite (100°C, cSt)	4,4229	ASTM D 445
Viskozite İndeksi	121	ASTM D 2270
Parlama Noktası (°C)	235	ASTM D 92
Akma Noktası (°C)	-24	ASTM D 97
Renk	0	ASTM D 1500
TAN (mg KOH/g)	0,06	ASTM D 974

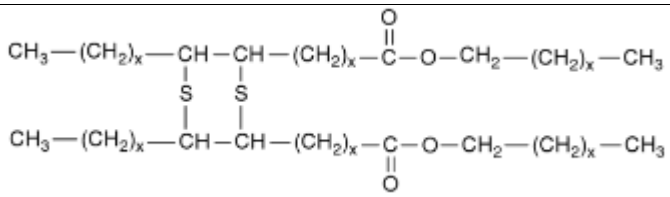
Metal işleme formülasyonları, ISO VG 22 Grup II baz yağ içerisinde 5%'lik bir konsantrasyonda kükürtlü olefin, kükürtlü trigliserit, kükürtlü ester kullanılarak hazırlanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Hazırlanan Formülasyonlar

Ürün	Katkılar
R.1	ISO VG 22 + (5%) Kükürtlü olefin
R.2	ISO VG 22 + (5%) Kükürtlü trigliserit
R.3	ISO VG 22 + (5%) Kükürtlü ester

Kükürtlü Olefin	Kükürtlü Trigliserit
$[CH_2]_n=CH-S-H$	

Kükürtlü Ester



Şekil 4. Kükürtlü EP ve AW Katkı Maddelerinin Kimyasal Yapıları

Dört Bilye Test Cihazı

Dört bilye test cihazı, yağlama sıvılarının yük dayanımı ve aşınma önleme özelliklerinin belirlenmesini sağlamak üzere kullanılan bir cihazdır. Formülasyonların kaynama yükü ve aşınma önleme performansının karşılaştırması bu cihaz ile gerçekleştirilmiştir. Bu testte, bileşik şekilde yerleştirilmiş 3 sabit bilyeye karşı yük altında dönen 1 adet bilye kullanılarak test gerçekleştirilir.

Bu çalışmada, ASTM D 2783 Yağlama Sıvılarının EP (Aşırı Yük Dayanımı) ve ASTM D 4172 Yağlama Sıvılarının Aşınma Önleme Özelliklerini Belirlemek için Standart Test metotlarından yararlanılmıştır.

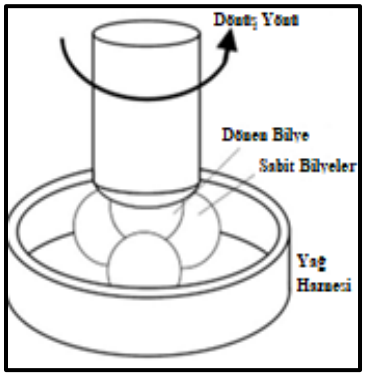
Dört bilye test cihazında, ASTM D 2783 koşullarında yağlanmış bilyelerin birbirine kaynadığı en düşük yük değeri belirlenerek yağlayıcının hangi EP seviyesini aştığı tespit edilir. ASTM D 4172 standardı gereğince belirtilen test koşullarında ise yağlanmış bilyeler aşınma testine tabi tutularak bilyeler üzerindeki aşınmaları ölçülür. Tablo 3'te gösterilen test koşulları altında aşırı yük dayanımları, Tablo 4'te gösterilen test koşulları altında ise aşınma önleme özellikleri ölçülmüştür.

Tablo 3. ASTM D 2783 Parametreleri

Test Parametreleri	Test Koşulları
Hız	1760±40 rpm
Sıcaklık	18-35 °C
Max. Yük	800 kgf
Zaman	10 ± 0,2 sn
Bilye Tipi	ANSI-E-52100 Çelik-12,7mm

Tablo 4. ASTM D 4172 Parametreleri

Test Parametreleri	Test Koşulları
Hız	1200±60 rpm
Sıcaklık	75 ± 2 °C
Max. Yük	40 ± 0,2 kgf
Zaman	60 ± 1 dk
Bilye Tipi	ANSI-E-52100 Çelik-12,7mm



Şekil 5. 4 Bilye Test cihazı Şematik Diyagramı (Lin, 2012)

3D Mikroskop

3D mikroskop cihazı; metal parçaların mikron boyutlarında x, y, z koordinatlarında yüzey morfolojisini ölçmek ve yüzey alanı, hacim, genişlik ve derinliği belirleyebilmektedir. Bu cihaz sayesinde, klasik bir mikroskopla tespit edilemeyen performans farklılıklarını tespit etmek mümkün olmaktadır. 3D mikroskop cihazı ile 3 boyutlu renkli orijinal görüntü ile derinliklerin farklı renklerle gösterildiği iki tip görüntü almak mümkün olmaktadır.

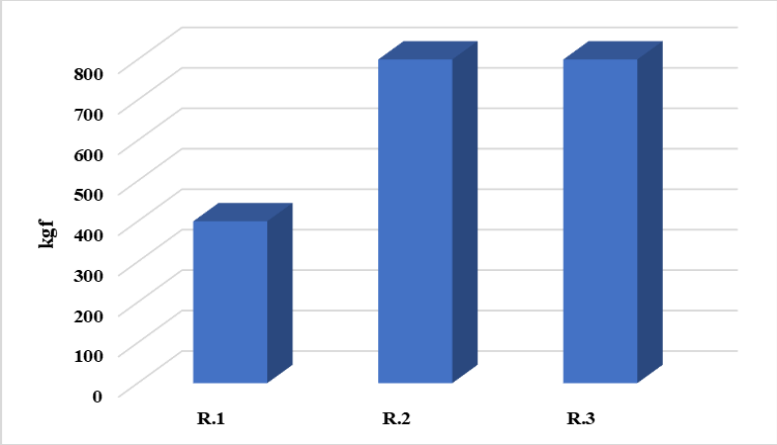
BULGULAR

Yük Dayanımı Testi (EP) (ASTM D 2783);

3 farklı EP ve AW özellik gösteren kükürtlü katkı maddeleri bulunan formülasyonların aşırı basınç özelliklerini karşılaştırmak üzere ASTM D 2783 metoduna göre analizleri gerçekleştirilmiştir. Kaynamanın olduğu ilk yük değeri belirlenerek Tablo 5'te verilmiştir. Elde edilen verilere göre, kükürtlü trigliserit içeren R.2 formülasyonunun 800 kgf değerini geçtiği ve en yüksek yük taşıma kapasitesine sahip olduğu belirlenmiştir. Kükürtlü ester içeren R.3 formülasyonu R.1 formülasyonuna göre daha yüksek yük taşıma kapasitesine, Kükürtlü olefin içeren R.1 formülasyonu ise 400 kg ile en düşük yük taşıma kapasitesinde olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5. 4 Bilye Yük Taşıma Kapasiteleri

Ürün	Yük Taşıma Kapasitesi (kgf)
Baz Yağ + (5%) Kükürtlü olefin (R.1)	400
Baz Yağ + (5%) Kükürtlü Trigliserit (R.2)	>800
Baz Yağ + (5%) Kükürtlü Ester (R.3)	800

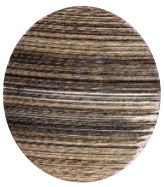
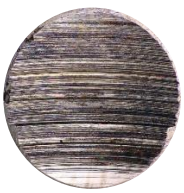


Şekil 6. 4 Bilye Yük Taşıma Kapasitesi Grafik Diyagramı

Aşınma Önleme Testi (AW) (ASTM D 4172);

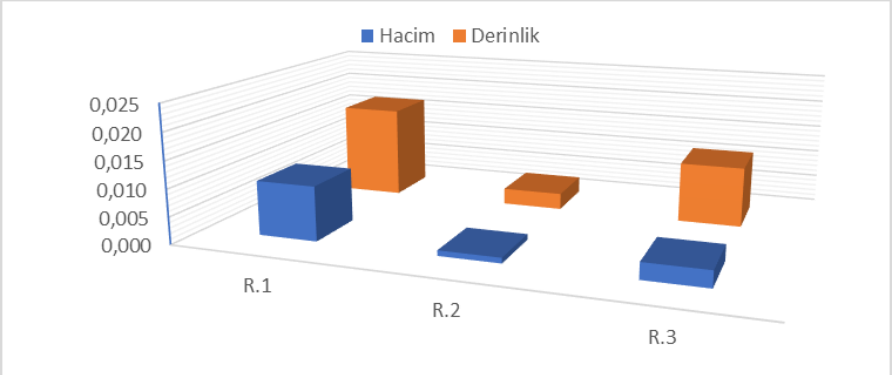
Aşınma önleme özelliklerini belirlemek için ASTM D 4172 metoduna göre analizleri gerçekleştirilmiştir. 60 dk boyunca sabit yük altında gerçekleşen testin yüzey aşınmaları incelenmiştir. Tablo 6'da belirtilen 2D mikroskop ile aşınma izi çapları xy koordinatlarında ve Tablo 7'de belirtilen 3D mikroskop ile aşınma izi çaplarının xyz koordinatlarında görüntüleri alınmıştır. Elde edilen verilere göre, kükürtlü trigliserit içeren R.2 formülasyonu 0,001 ile en düşük aşınma hacmine sahip olduğundan en yüksek aşınma önleme özelliği göstermiştir. Aşınma hacmi 0,003 olan kükürtlü ester içeren R.3 formülasyonu kükürtlü olefin içeren R.1 formülasyonuna göre daha iyi aşınma performansı göstermektedir. Kükürtlü olefin içeren R.1 formülasyonu ise 0,010 ile en yüksek aşınma hacmine sahip olmakta ve en düşük aşınma performansı göstermektedir.

Tablo 6. 4 Bilye Aşınma Testi 2D Mikroskop Yüzey Morfolojisi Sonuçları

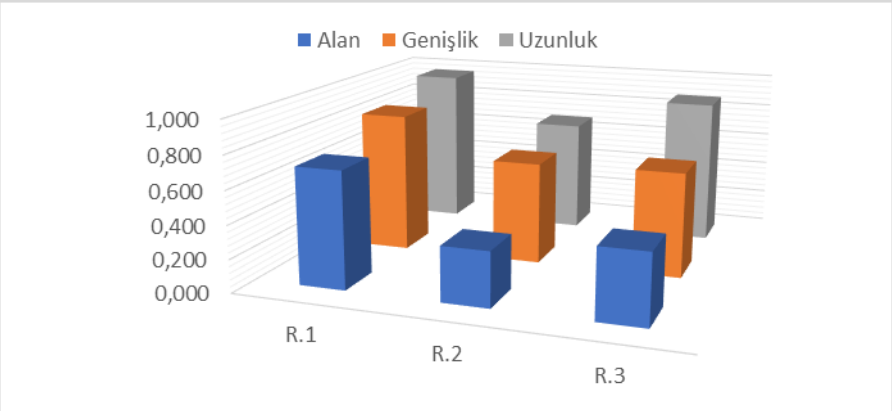
	 Grup II Baz Yağ + Kükürtlü olefin	 Grup II Baz Yağ + Kükürtlü trigliserit	 Grup II Baz Yağ + Kükürtlü ester
Aşınma Çapı (mm)	0,874	0,649	0,750

Tablo 7. 4 Bilye Aşınma Önleme Test Bilyelerinin 3D Mikroskop Yüzey Morfolojisi Sonuçları

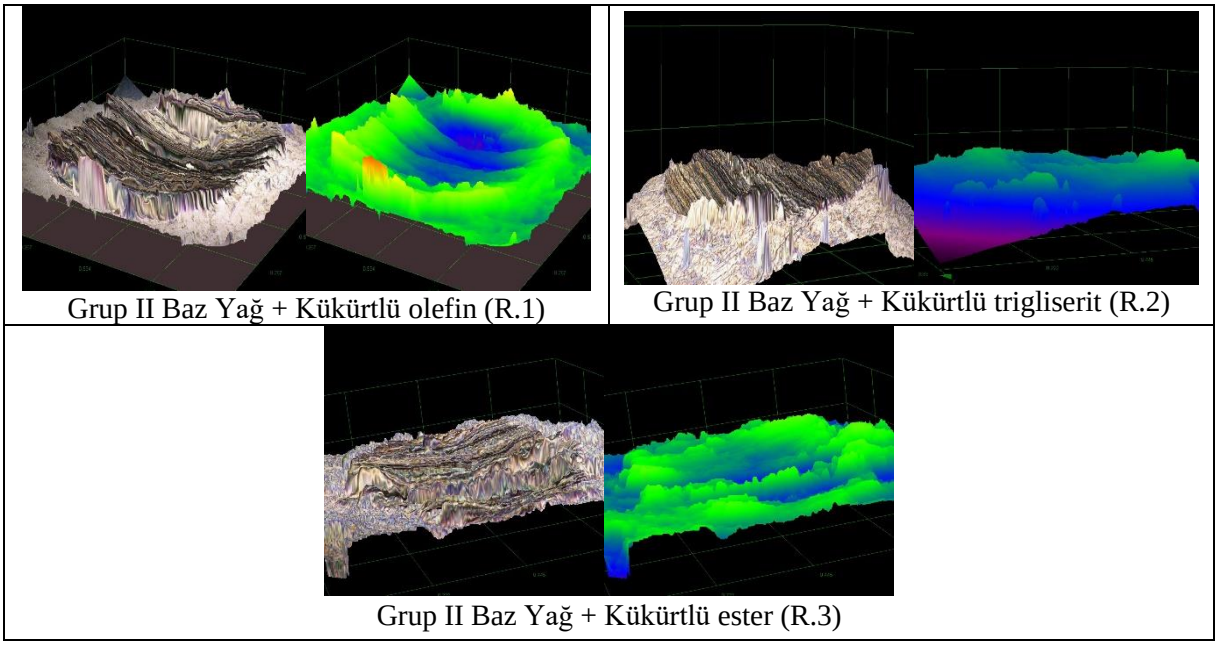
Ürün	Hacim (mm^3)	Alan (mm^2)	Genişlik (mm)	Uzunluk (mm)	Derinlik (mm)
Baz Yağ + (5%) Kükürtlü olefin (R.1)	0,010	0,702	0,847	0,963	0,017
Baz Yağ + (5%) Kükürtlü Trigliserit (R.2)	0,001	0,328	0,614	0,685	0,003
Baz Yağ + (5%) Kükürtlü Ester (R.3)	0,003	0,419	0,630	0,879	0,011



Şekil 8. 4 Bilye Aşınma Önleme Test Bilyelerinin Derinlik ve Hacim Oranları Grafik Diyagramı



Şekil 9. 4 Bilye Aşınma Önleme Test Bilyelerinin Alan, Genişlik ve Uzunluk Grafik Diyagramı



Şekil 10. 4 Bilye Aşınma Testi 3D Mikroskop Yüzey Morfolojisi

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, metal işleme sıvılarında kullanımı mümkün olan 3 farklı kükürtlü AW ve EP özelliği gösteren katkı maddeleri kullanılarak Grup II baz yağ içerisindeki aşınma önleme ve aşırı basınç performansları karşılaştırılmıştır. Aşınma önleme ve aşırı basınç performanslarını belirlemek için Dört Bilye Test cihazı kullanılmıştır. Aşınma önlemede kullanılan çelik bilyelerin yüzey morfolojisi 3D mikroskop cihazı ile incelenmiştir. Sonuç olarak aşağıdaki bulgular elde edilmiştir

- 4 Bilye test cihazında en yüksek yük taşıma kapasitesine >800 kgf ile kükürtlü trigliserit içeren R.2 formülasyonu sahip olurken, en düşük yük taşıma kapasitesini kükürtlü olefin içeren R.1 formülasyonu göstermiştir.
- Aynı zamanda, 4 Bilye test cihazında en yüksek aşınma önleme performansını 0.001 mm^3 ile kükürtlü trigliserit içeren R.2 formülasyonu gösterirken, en düşük aşınma önleme performansını kükürtlü olefin içeren R.1 formülasyonu göstermektedir.

Yapılan bu çalışma sonucunda, kükürtlü katkıların aşınma önleme ve aşırı basınç performans özellikleri incelenmiş ve kesme, delme, çekme, frezeleme, derin çekme gibi metal işleme operasyonlarında kullanılan metal işleme sıvılarının formülasyon çalışmalarına katkı sağlanması amaçlanmıştır.

KAYNAKLAR

Atan, M., "Yağ Kirliliğindeki Su" Atan Filtrasyon Sistemleri San ve Tic. Ltd. Şti. (2011)

Bastian, Earl LH. Metalworking lubricants: their selection, application, and maintenance. McGraw-Hill, 1951.

Canter, Neil. "EP additives: Regulatory updates of chlorinated paraffins and options on alternatives." Tribology & Lubrication Technology 70.9 (2014): 10

Canter, Neil. "Special Report: Trends in extreme pressure additives." Tribology and Lubrication Technology 63.9 (2007): 10.

Gündoğdu, H. Emre. "Kesme sıvılı ve kuru talaşlı işlemenin iş parçası ve kesici takım üzerindeki etkileri." (2006).

Jim Fitch, 2006, How Sulfur is Used in Lubrication, https://www.machinerylubrication.com/Read/28548/sulfur-used-in-lubrication

Lin, Yuan-Ching, Yu-Hsien Cho, and Chin-Te Chiu. "Tribological performance of EP additives in different base oils." Tribology transactions 55.2 (2012): 175-184.

Lubes'N'Greases 2022, Spotlight on Additives, https://www.lubesngreases.com/magazine/28_8/spotlight-on-additives/ [01.08.2022]

Riga, A. T., et al. "Reactions of overbased sulfonates and sulfurized compounds with ferric oxide." Lubrication engineering 49.1 (1993): 65-71.

Sundin, David. "Mineral Oil and Corrosive Sulfur: What is eating away at your immersed electronics?" (2018)

Stubbs, A. Walcott, 2022, Sulfur and Connector Grease – What You Need to Know, https://www.nyelubricants.com/sulfur

➢ *ORAL PRESENTATION*

Numerical investigation of influence of studs on tie bar axial force demands in CPSW/CF

Erkan Polat[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2326-7387*)

[*1]Munzur University, Engineering Faculty, Civil Engineering, Tunceli, Turkey.

*Corresponding author e-mail: erkanpolat@munzur.edu.tr

Abstract
Tie bars in composite plate shear walls – concrete filled (C-PSW/CF), are used to connect the wall side plates in the transverse direction, ensuring the distribution of internal forces between the concrete and the plates, thus ensuring composite behavior. In some cases, studs are used together with tie bars to help redistribute the internal forces within the wall members and increase composite behavior. In this study, different tie bar-stud configurations were numerically investigated for a wall to observe wall lateral response, tie bar and stud axial force demand. Five different tie bar-stud configurations were considered. Finite element (FE) models of each configuration were developed and analyzed under monotonic lateral displacement up to 4.1% wall drift. Wall pushover curves and axial force curves for selected tie bars and studs were obtained and compared for each tie bar-stud configuration. Compared to C-PSW/CF, where only tie bars were used as connector elements, tie bar axial force demands were reduced in walls with tie bar-stud configurations.
Keywords: Composite plates shear walls, concrete filled, tie bar, stud, finite element, axial force

INTRODUCTION

Experimental, analytical and numerical studies on CPSW/CF was conducted by many researchers for various aspect of wall behavior (Oduyemi and Wright 1989; Wright et al. 1991; Xie and Chapman 2006; Eom et al. 2009; Sohel et al. 2012; Ramesh 2013; Alzeni and Bruneau 2014; Polat and Bruneau 2017; Polat and Bruneau 2018; Varma et al. 2019; Polat et al. 2021; Polat 2022). In C-PSW/CF, different types of connectors are used to connect the wall plates to the infill concrete. Examples of connectors are tie bars, studs, beaten connectors, T-shape connectors, etc. (Polat 2020). According to the AISC Seismic Specifications (AISC 2016) composite action between the concrete and plates can be achieved using either tie bars or a combination of tie bars and studs. Only these two connectors are considered in this study. Tie bars and studs have different behavior characteristics in terms of force transfer between plate and concrete. Tie bars carry more axial force, while studs carry more shear force. Although both connectors transfer shear force, tie bars can carry axial force that can counter the transverse expansion of concrete, while studs carry relatively less axial force and more shear force as they are not continuous throughout the wall thickness. It should be noted that while only a single tie bar is used to interconnect the two plates in the transverse direction, the plates are fixed into the concrete with two studs: one stud for each plate. Because studs are not continuous between the plates, typically headed studs are commonly used (Zhang et al. 2014). In headed studs, the stud is anchored to the concrete and outward slippage of the stud is constrained in case of transverse dilation of the concrete resulting from wall deformation.
Besides achieving composite action between the wall parts, tie bars and studs help prevent steel plate local buckling before the plates yield in compression. The place local buckling is given by plate slenderness which is given by vertical connector spacing to plate thickness. The wall considered in this study is the same wall model used by Polat et al. (2021) and Polat (2022). That wall was adopted based on a reference wall that was tested experimentally by Alzeni and Bruneau (2017) and has only tie bars as connector elements. For that wall, plate local buckling was considered based on the plate slenderness given by vertical spacing of tie bars. In this study, the same wall model was considered with different tie bar-stud configurations without any modifications to wall geometry, plate slenderness and material properties.

Wall model and tie bar - stud configurations

Figure shows the wall in elevation and plan view. The distribution of tie bars along the wall height and width shown in **FigureHata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**a and the typical layout of tie bars with the defined horizontal bar spacings on the cross section is shown in **Figure**b. The width, height and total

thickness of the wall are 1016mm, 3048mm and 219.2mm, respectively. The horizontal spacings of the tie bars are 203.2mm for the interior ties and 152.4mm for the exterior ties.

Two types of tie bar-stud configurations were considered in the study. Both configurations also had two sub-configurations in which stud length were differed. **Figure** shows these two configurations together with the reference wall for a partial height of the wall. For the reference wall, only tie bars were used and no studs. This model was denoted with Wall-T-St00. **Figure**b shows the first tie bar-stud configuration, where the studs positioned at the center of the diagonal spacings of the tie bars. This model was denoted with Wall-T-St11. In the third configuration shown in **Figure**c, the studs were located at the center of the vertical spacing of the tie bars. This model was denoted with Wall-T-St21. Note that in these configurations, stud length was equal to 50mm. For the sub-configurations, however; the stud spacings were adjusted to 25mm. The sub-configurations were denoted with Wall-T-St12 and Wall-T-St22 and they are similar to main configurations in stud layout as shown in **Figure**(a-b). **Figure** shows the six of the tie bars and studs (Tie_{11}, Tie_{12}, Tie_{21}, Tie_{22}, Tie_{31}, Tie_{32}; St_{11}, St_{12}, St_{21}, St_{22}, St_{31}, St_{32}) identified for the numerical investigation conducted in this study.

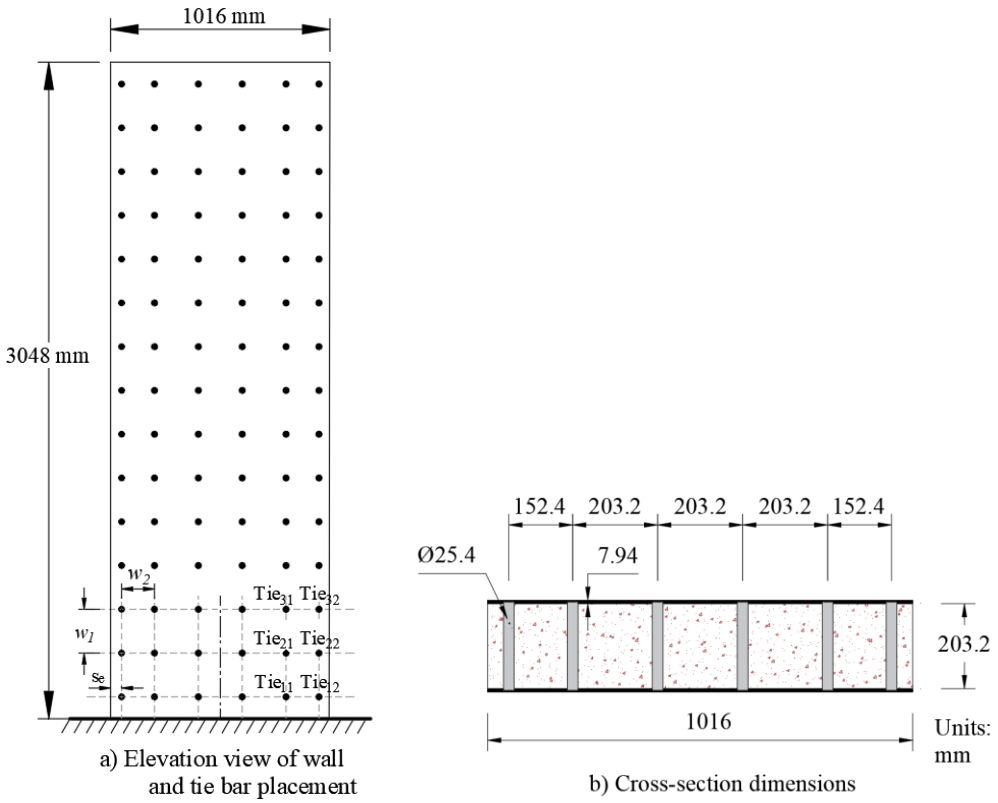


Figure 1. CPSW/CF: a) Elevation view of wall and tie bar placement, and b) cross-section dimensions

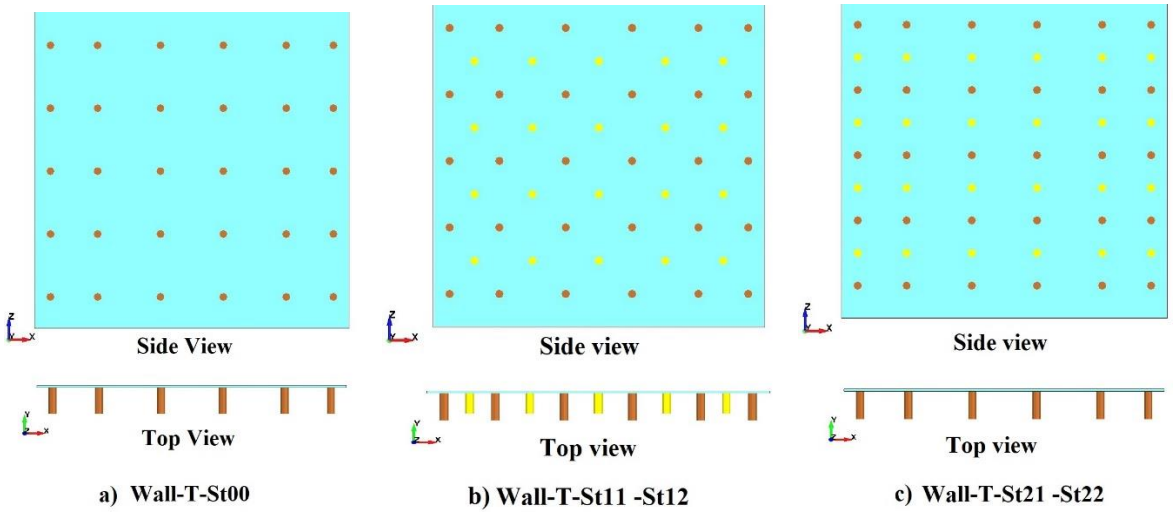


Figure 2. Tie bar and stud configurations of half-symmetry walls: a) Wall-T-St00; b) Wall-T-St11-St12, and; c) Wall-T-St21-St22

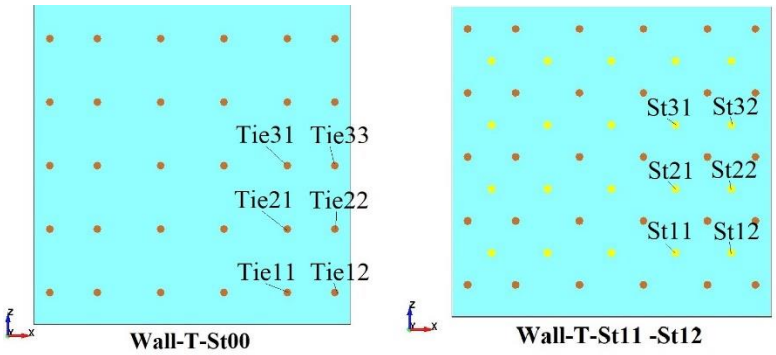


Figure 3. Identification of tie bars and studs under investigation

Numerical Modeling

Tie bar axial forces of C-PSW/CF vary depending on a few parameters, such as axial strain demand in the concrete where the bars are located, and plate local buckling in the region where the tie bars are located. These parameters were considered in the FE modeling with the appropriate definition of the wall geometry and material models. Definition of accurate wall geometry and material models are important in terms of representative simulation of the elastic and inelastic wall behavior such as global wall stiffness and strength; and the elastic and inelastic behavior of the wall parts in the local level such as plate local buckling and tie bar and studs force responses. The developed FE models could realistically simulate the steel plate local buckling, and the parameters that influence the tie bar axial force demand (such as the shear dilation of the concrete) could be accounted by the choice of proper concrete material model.

Figure shows the top views of developed FE models of the three types of tie bar-stud configuration of the walls (note that concrete infill is invisible in the Figure). A similar procedure as described by Polat and Bruneau (2017)Polat was followed in the development and analysis of FE models. The sandwiching plates of the wall were modeled using shell elements having a thickness of 7.94mm. The infill concrete of the wall was modeled using an eight-node solid element equal in length in each side that was equal to 25.4mm. The tie bars and studs were modeled using a two-node beam element with a length of 25.4mm. The infill concrete had a material property of fc=47.8 MPa (uniaxial compressive strength) and the steel plate had a material property of Fy=427MPa (yield strength), Es=205000 MPa (elastic modulus). Elastic material properties were used for the tie bars and studs.

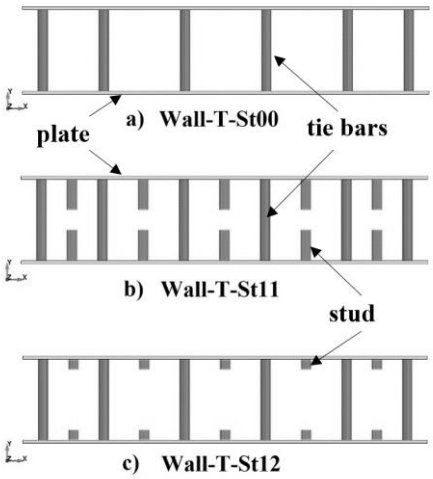


Figure 4. Top views of the FE models: a) Wall-T-St00; b) Wall-T-St11, and; c) Wall-T-St12

Finite element Analysis Results

Wall Lateral Response

To investigate whether different tie bar-stud configurations have any effect on wall lateral responses, lateral responses of walls were obtained as base shear versus drift ratio (pushover curves). **Figure** shows the comparison of pushover curves of the walls with the five different tie bar-stud configurations. Wall-T-St00 (the wall model with only tie bars and without any studs) reached a peak strength of 905kN at about 1.4% drift. Following this drift, reductions of up to 9% were observed in strength up to 4% drift. The wall model Wall-T-St11 obtained a peak strength of 950kN at about 1.7% drift. On the other hand, the same wall but smaller studs' length, in other words the wall model of Wall-T-St12, obtained a peak strength of 940kN at about 1.6% drift. Following these peak strengths drift levels, the strengths of the walls slightly decreased to 890kN and 870kN, respectively for Wall-T-St11 and Wall-T-St12; corresponding to about 6-7% strength drop. The wall model Wall-T-St21 obtained a peak strength of 956kN at about 1.9% drift whereas Wall-T-St22 obtained a peak strength of 950kN at about 1.8% drift. Following these peak strengths drift levels, the strengths of the walls slightly decreased to 918kN and 900kN, respectively for Wall-T-St21 and Wall-T-St22; corresponding to about 4-5% strength drop. For all the walls, the reduction in strength was attributed to plate local buckling, which became significant in larger drift levels and more pronounced for the wall without any stud (i.e., for Wall-T-St00).

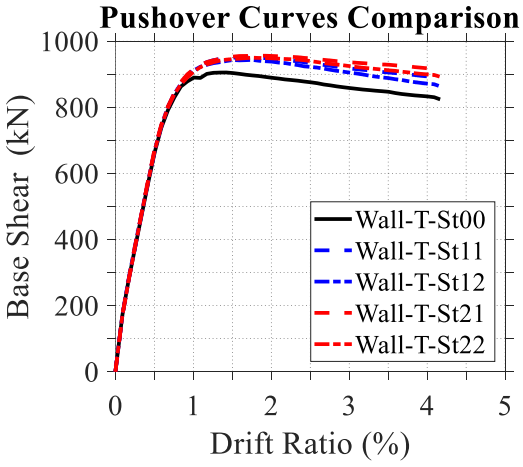


Figure 6. Comparison of pushover curves

Tie bars and Studs Axial Force Demands

Tie bars and studs axial force demands were obtained from the analyses of wall models under monotonic displacement up to 4.1% drift. Axial force demands of the tie bars and studs of the wall models for five different configurations are presented as a function of wall drifts from **Figure** to 10. Considering the forces of all the tie bars, Tie_{12} and Tie_{22} receive the largest force demands, while Tie_{11} and Tie_{31} receive the

smallest force demands. This is consistent with the fact that because Tie_{12} and Tie_{22} are outer ties and are closer to the wall edge than Tie_{11} and Tie_{31}, thereby the region of concrete they are in is subject to greater axial strain demands. Considering only the interior tie bars (i.e., Tie_{11}, Tie_{21} and Tie_{31}) Tie_{21} receives relatively larger axial force demand than Tie_{11} and Tie_{31}, and the force curve of Tie21 exhibits a steeper increase than the force curves of other ties; attributed to plate local buckling in this region. It should be noted that plate local buckling induces additional axial force demand on tie bars due to prying mechanism (Polat et al. 2020). Considering the axial force demands of the tie bars of the walls with stud (**Figure**-10), the axial force demands on tie bars were reduced as the studs were also loaded. In the Wall-T-St11 and -St12, $Stud_{12}$ and $Stud_{22}$ receive most of the axial force demands, while in the Wall-T-St21 and -St22 a relatively more equal force sharing is seen between the studs.

Table shows the maximum axial force demands of tie bars and studs at approximately 4.1% drift. In the Table, the axial force demands of the tie bars of the Wall-T-St00 are given as the reference axial force demands for the tie forces in the other walls. Total axial force demands of the tie bars and studs were also presented in the last column of the Table. The reduction in axial forces observed in the stud effect in the tie bars is presented for each wall based on the reference tie bars forces. The decrease in tie forces were slightly higher for walls with longer stud length. The influence of studs on tie bar force reduction is more significant for Tie_{31} for all configurations. For example, 50%, 45%, 65%, 53% decrease in the tie force were measured for Wall-T- St11, -St12, -St21, -St22, respectively.

Table 1: Tie bars and studs maximum axial force demands

WALL-T-ST00								
PART	***11***	***12***	***21***	***22***	***31***	***32***	ΣTie_{ref}	
Tie $_{ref}$ Force	90	146	140	160	100	115	751	
WALL-T-ST11								
PART	***11***	***12***	***21***	***22***	***31***	***32***	Σ(Tie+Stud)	
Tie Force	70	120	100	114	50	79	533	698
Stud Force	11	64	18	46	9	17	165	
% TieForceDecrease	22%	18%	29%	29%	50%	31%		
WALL-T-ST12								
PART	***11***	***12***	***21***	***22***	***31***	***32***	Σ(Tie+Stud)	
Tie Force	70	121	110	120	55	83	559	651
Stud Force	6	43	10	23	5	5	92	
% TieForceDecrease	22%	17%	21%	25%	45%	28%		
WALL-T-ST21								
PART	***11***	***12***	***21***	***22***	***31***	***32***	Σ(Tie+Stud)	
Tie Force	68	108	101	114	35	78	504	682
Stud Force	40	43	32	35	6	22	178	
% TieForceDecrease	24%	26%	28%	29%	65%	32%		
WALL-T-ST22								
PART	***11***	***12***	***21***	***22***	***31***	***32***	Σ(Tie+Stud)	
Tie Force	68	97	108	97	47	76	493	577
Stud Force	15	29	11	18	3	8	84	
% TieForceDecrease	24%	34%	23%	39%	53%	34%		

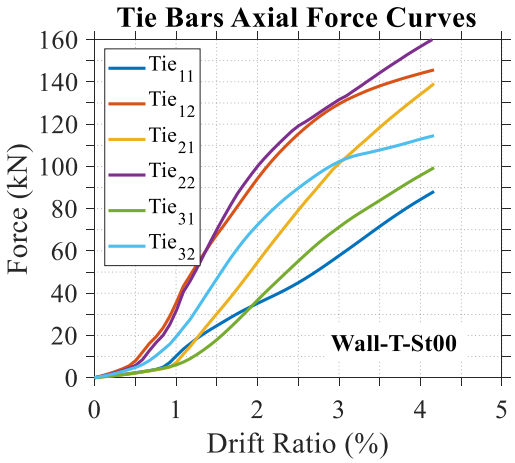


Figure 6. Tie bars axial force curves of Wall-T-St00

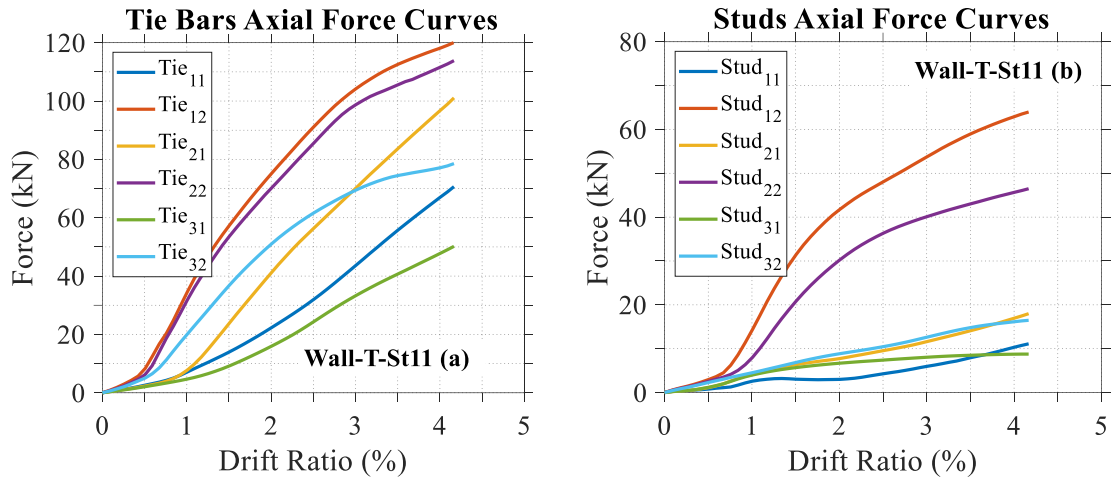


Figure 7. Wall-T-St11 axial force curves for: a) tie bars, and; b) studs

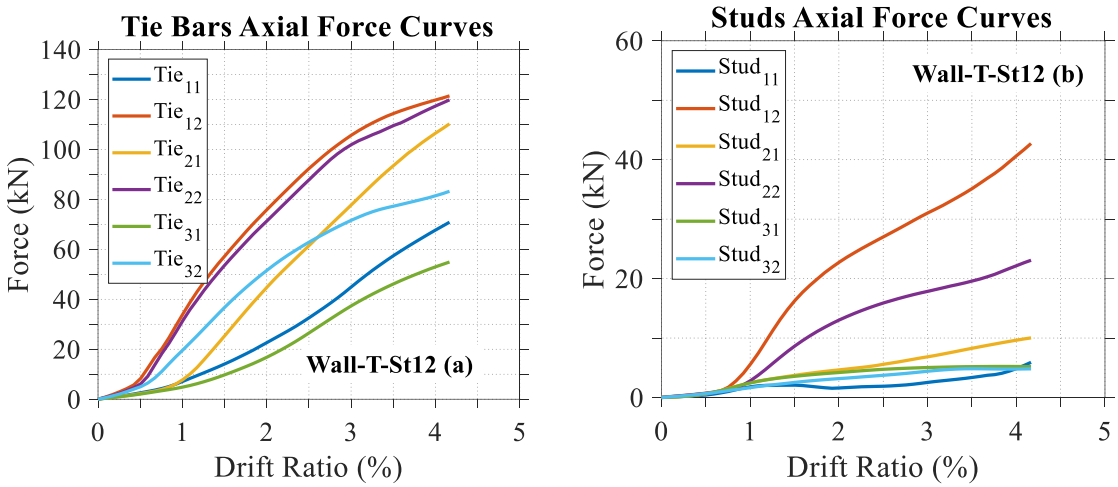


Figure 8. Wall-T-St12 axial force curves for: a) tie bars, and; b) studs

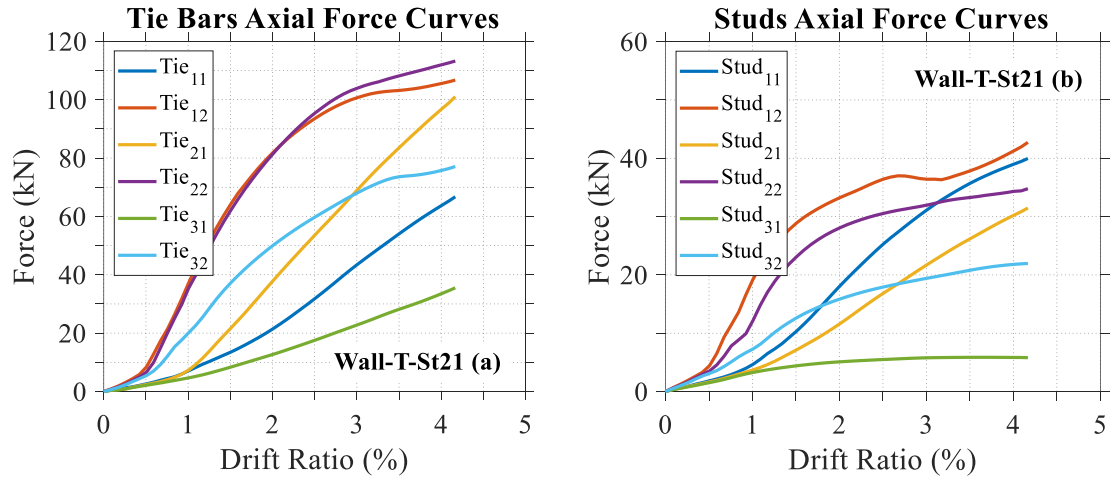


Figure 9. Wall-T-St21 axial force curves for: a) tie bars, and; b) studs

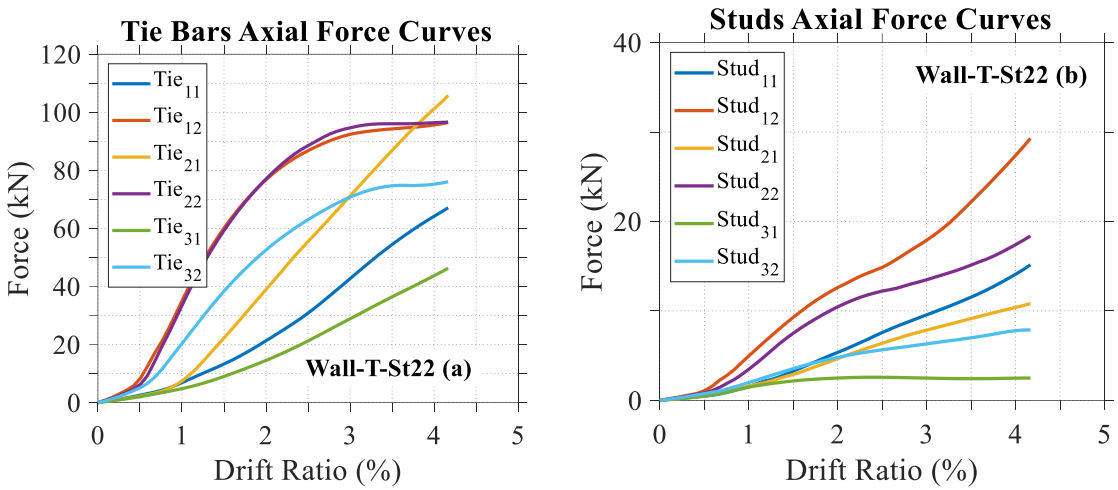


Figure 10. Wall-T-St22 axial force curves for: a) tie bars, and; b) studs

RESULTS and DISCUSSION

Connectors in CPSW/CF have an important function in terms of developing and increasing the composite action between concrete and steel plate. A single type of connector or a combination of multiple connectors can be used for walls. While studs are generally used to take shear stresses within the wall parts, tie bars are used mainly to carry axial forces by counteracting concrete lateral expansion under wall deformation. In this study tie bars and studs were considered as the wall connectors. A planar CPSW/CF without boundary elements was used to investigate influence of studs on tie bar axial force demands. Five different tie bar-stud configurations were developed and analyzed. Numerical analyzes using a complex finite element program and explicit modeling of wall models show that studs play an important role in reducing the axial force demands on the tie bars.

CONCLUSION

The study has the following outcomes:

- The use of studs in addition to the tie bars slightly increases the lateral strength of the CPSW/CF,
- Regardless of the use of studs, the highest axial force demands on tie bars occur at ties placed close to the wall end,
- The use of studs with tie bars in the walls reduced the axial force demands on the tie bars,
- The reduction in tie bars force demands was greater in configurations with longer studs.
- The influence of studs on tie bar force reduction is more significant for Tie_{31} for all configurations,

The numerical study conducted in this paper showed the significance of studs in reducing the tie bars axial force demands for planar CPSW/CF. The study can further be extended to CPSW/CF with different cross-section geometries and different direction of wall bending.

REFERENCES

AISC (2016). Seismic provisions for structural steel buildings. *AISC 341-16*, American Institute of Steel Construction, Chicago, IL.

Alzeni, Y., and Bruneau, M. (2014). Cyclic inelastic behavior of concrete filled sandwich panel walls subjected to in plane flexure. *Technical Rep. MCEER, 14-009*, Univ. at Buffalo, the State Univ. of New York, Buffalo, NY, MCEER.

Alzeni, Y., and Bruneau, M. (2017). In-plane cyclic testing of concrete-filled sandwich steel panel walls with and without boundary elements. *Journal of Structural Engineering*, 143(9), 04017115.

Eom, T.-S., Park, H.-G., Lee, C.-H., Kim, J.-H., and Chang, I.-H. (2009). Behavior of double skin composite wall subjected to in-plane cyclic loading. *Journal of structural engineering*, 135(10), 1239-1249.

Oduyemi, T., and Wright, H. (1989). An experimental investigation into the behaviour of double-skin sandwich beams. *Journal of Constructional Steel Research*, 14(3), 197-220.

Polat, E. (2020). Investigation of concrete filled composite plate shear walls using finite element methods. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 25(1), 139-152.

Polat, E. (2022). Theoretical Models for Tie Bar Maximum Axial Force Demand in Composite Plate Shear Walls–Concrete Filled. *International Journal of Steel Structures*, 22(4), 1108-1125.

Polat, E., and Bruneau, M. (2017). Modeling cyclic inelastic in-plane flexural behavior of concrete filled sandwich steel panel walls. *Engineering Structures*, 148, 63-80.

Polat, E., and Bruneau, M. (2018). Cyclic Inelastic In-plane Flexural Behavior of Concrete Filled Sandwich Steel Panel Walls with Different Cross-Section Properties. *Engineering Journal, American Institute of Steel Construction*, 55, 45-76.

Polat, E., Kenarangi, H., and Bruneau, M. (2020). Tie bars axial force demands in Composite Plate Shear Wall – Concrete Filled. *Journal of Structural Engineering*, (under review).

Polat, E., Kenarangi, H., and Bruneau, M. (2021). Investigation of Tie Bars Axial Force Demands in Composite Plate Shear Walls—Concrete Filled. *International Journal of Steel Structures*, 21(3), 901-921.

Ramesh, S. (2013). Behavior and design of earthquake-resistant dual-plate composite shear wall systems. PURDUE UNIVERSITY.

Sohel, K. M. A., Liew, J. Y. R., Yan, J. B., Zhang, M. H., and Chia, K. S. (2012). Behavior of steel-concrete-steel sandwich structures with lightweight cement composite and novel shear connectors. *Compos. Struct.*, 94, 3500.

Varma, A. H., Shafaei, S., and Klemencic, R. (2019). Steel modules of composite plate shear walls: Behavior, stability, and design. *Thin-Walled Structures Thin-Walled Structures*, 145, 106384.

Wright, H., Oduyemi, T., and Evans, H. (1991). The experimental behaviour of double skin composite elements. *Journal of Constructional Steel Research*, 19(2), 97-110.

Xie, M., and Chapman, J. (2006). Developments in sandwich construction. *Journal of Constructional Steel Research*, 62(11), 1123-1133.

Zhang, K., Varma, A. H., Malushte, S. R., and Gallocher, S. (2014). Effect of shear connectors on local buckling and composite action in steel concrete composite walls. *Nuclear Engineering and Design*, 269, 231-239.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Different Methods Introduced for Modeling Features of 3D Neuroimages in AD Diagnosis: A Systematic Literature Review Study

Ali Mohamed Kotb Mohamed İsmail[1*] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0003-3614-114X.*),
Gonca Gokce Menekse Dalveren[2] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0002-8649-1909.*)

[*1] Atilim University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, Turkey
[2] Atilim University, Engineering Faculty, Software Engineering Department, Ankara, Turkey

*Corresponding author e-mail: ismail.alimohamedkotbmohamed@student.atilim.edu.tr

Abstract
Alzheimer's disease (AD) is one of the main causes of death among elder people. Still, there is no treatment for this disease, but an early diagnosis can help in slowing down its progression effectively. Since the application of machine learning and especially deep learning in Alzheimer's diagnosis very impressive results have been achieved in the research domain but several challenges require more research until clinical application becomes feasible. Convolution neural networks (CNNs) proved to be the best deep learning model for computer vision applications. It achieved the highest accuracy for detecting AD from neuroimages. In this paper, we review different models based on CNNs implemented to model the 3D features of neuroimages, different transfer learning, data augmentation, and recent architectures designed to overcome the overfitting problem which is a common problem for AD diagnosis using deep learning due to the small size of neuroimaging datasets. In addition, we report the used neuroimaging modalities and the most used platforms from which researchers always retrieve their datasets for AD-related research.
Keywords: convolutional neural networks, transfer learning, Alzheimer's, neuroimaging

INTRODUCTION

Alzheimer's disease is the sixth cause of death among older people in the United States (*Alzheimer's Association. 2017 Alzheimer's Disease Facts and Figures. Special Report*, n.d.). It is expected that the over 60 population is becoming 2 billion by 2050 which will be 21% of the world's population which was 8% in 1950 (*R. Haux, Health Information Systems–Past, Present*, n.d.). This reveals a massive increase in the number of people being affected by Alzheimer's disease estimated to be 100 million by 2050 (Janghel and Rathore, 2021). Alzheimer's disease (AD) is the most common type of dementia, it is a neurodegenerative disease that occurs as a result of changes in amyloid and tau proteins levels; causing a disability of communication between neurons and cell death in different brain regions. Hence, it results in the loss of cognitive abilities accompanying Alzheimer's disease. Till now there is no treatment for this disease, but an early prediction of conversion to AD helps slow down the progression of dementia more effectively.

It has been revealed by research that changes in the brain begin 20 years before AD symptoms appear (*Alzheimer's Association. 2017 Alzheimer's Disease Facts and Figures. Special Report*, n.d.). Diagnosis of Alzheimer's disease in its early stages is more challenging than in later ones, therefore it is of bigger importance and more helpful for patients to predict the progression of a patient from mild cognitive impairment (MCI) toward AD than distinguishing AD from normal control (NC). MCI is the cognitive decline stage before AD, this stage is categorized into stable MCI (sMCI) and progressive MCI (pMCI). Not all MCI patients develop AD. sMCIs are patients who did not develop AD in the follow-up period, while pMCIs are patients who developed AD. The development always occurs in a time range of 6 to 36 months. Distinguishing between sMCI and pMCI is very challenging due to the high similarities between brain changes in both cases.

The advancement of different neuroimaging technologies such as functional magnetic resonance imaging including structural MRI (sMRI) and functional MRI (fMRI), and positron emission tomography (PET), revolutionized brain disease diagnosis. Neuroimaging methods are less invasive, of lower risk, and cost-effective providing better interpretation, understanding, and evaluation of the very complex brain's structure and activity. The need for utilizing machine learning in medical diagnosis arose from the fact that radiologists exhibit an error percentage that may be fatal for some diseases.

Through the last 2 decades, machine learning has been widely investigated in the literature for the diagnosis of AD based on neuroimaging data. Several conventional machine learning methods like decision trees, random forest, and SVM lead to promising results. But these conventional methods encounter 2 major problems, first, the pre-processing stage is time-consuming and complicated, and feature extraction is done in a hand-crafted manner by a radiologist. A machine learning model is composed of three building blocks: feature extraction, feature dimension reduction, and the classification process. Thanks to deep learning, the three processes can be automatically combined in a single pipeline. Training the deep learning model for classification while extracting features leads to significantly better classification accuracies (Ebrahimighahnavieh et al., 2020) as features are extracted depending on the classification result through the training process. Also, deep neural networks are capable of learning hidden information and disease-related patterns within the image.

Hence, deep learning, especially convolutional neural networks (CNNs) that emulate the way the visual brain cortex works is dominating medical image analysis. CNNs have proved to achieve a better performance in Alzheimer's disease diagnosis and all image analysis areas compared to other machine learning methods (Ebrahimighahnavieh et al., 2020; Fathi et al., 2022; Sethi et al., 2022). In the beginning, 2D-CNN was widely applied to neuroimaging by researchers, but a massive loss of information is encountered due to the 3D nature of neuroimages (Ebrahimighahnavieh et al., 2020). Thus, 3D CNN which was developed originally for video scene analysis is now utilized for AD diagnosis to capture the spatial relationships across the three planes of a neuroimaging volume. However, 3D CNNs result in a massively bigger number of parameters while the number of images in medical datasets is small raising the problems of overfitting and computational complexity. For this purpose, we are conducting this study to review different methods that were introduced for modeling the features of 3D neuroimages for AD diagnosis and overview several approaches to solving the overfitting problem.

REVIEW PROTOCOL

In this section, the review protocol including research questions, search strategy, inclusion, and exclusion criteria, are presented. We aimed through this paper to explore the state-of-the-art methods introduced to perform AD diagnosis and identify the future trends and research gaps in the area of applying CNNs to AD diagnosis.

Research Questions

Through this study we tried adequately to answer the following research questions:
RQ1: What are the different approaches used to model 3D information in neuroimaging data for AD classification using CNNs?
RQ2: What are transfer learning models, data augmentation, and recent CNN models used to overcome overfitting?
RQ3: What are the different datasets and neuroimaging modalities used by researchers in this area?

Search Strategy

The studies included in this review were acquired by conquering 4 databases on August 6, 2022, limiting our search to the years 2020, 2021, and 2022. Web of Science, Scopus, IEEE, and PubMed are the databases through which we searched for the title, abstract, and keywords, and refined the search to journal papers using the following query: ("deep learning" OR "Deep Learning") AND ("Alzheimer's" OR "Alzheimer").

Inclusion/ Exclusion Criteria

For applying the inclusion/exclusion criteria, we first screened the title and abstract of each paper, if a final decision could not be made, full-text was assessed to make a final decision. The studies investigated in this review were included based on the following criteria:

1- Only journal papers which are written in English were included and reviews, surveys, collections, and comparison studies were not included.
2- Studies not using CNNs and at least one neuroimaging modality like MRI, fMRI, or PET were not included.
3- Studies not applying transfer learning or data augmentation or a recent architecture to overcome overfitting were not included.
4- Studies not modeling features across the third dimension were not included.

5- Studies introducing image generation, segmentation, or other image processing methods without using them in AD diagnosis or prognosis prediction, as well as those predicting MMSE score or MCI to AD conversion time without performing AD classification, were not included.
6- Studies differentiating Alzheimer's disease from other neurodegenerative diseases without including AD classification from NC or MCI, and studies just classifying NC from MCI without including pMCI vs sMCI classification were not included.

After searching the databases we retrieved 1506 articles, after removing duplicates 709 papers were screened according to the inclusion/exclusion criteria, we ended up with 55 papers for this review.

RESULTS and DISCUSSION

Different CNN-Based Models

Several variations of conventional 3D-CNNs were utilized with 3 convolutional blocks (F. Gao et al., 2020a), 4 blocks (Jo et al., 2020a), 5 blocks (Tufail, Anwar, et al., 2022a), 6 blocks (Feng et al., 2022a; Tufail, Ullah, et al., 2022), and 7 blocks (Bron et al., 2021), each block having 2 convolutional layers of the same kernel's size along all the blocks in the network. In these studies, a fully connected layer is used in (Feng et al., 2022a; F. Gao et al., 2020b; Jo et al., 2020b) and 3 fully connected layers in (Tufail, Anwar, et al., 2022b; Tufail, Ullah, et al., 2022). Also, (Dyrba et al., 2021) used 3 consecutive convolution blocks each having five 3D convolution layers of the same size and 3 fully connected layers. (Lian, Liu, Wang, et al., 2022) implemented 11 convolution layers; 8 layers of size 3x3x3 and 3 layers of size 2x2x2 placed after layers 2,5, and 8 respectively to downsample feature maps and increase receptive field.

Several well-known CNN architectures proved to be efficient with computer vision applications such as AlexNet (Krizhevsky et al., n.d.), ResNet (Abrol et al., 2020a), LeNet-5 (LeCun et al., 1998), Inception (Szegedy, Ioffe, et al., n.d.), VGG (Simonyan and Zisserman, 2014), and GoogleNet (Szegedy, Liu, et al., n.d.). ResNet is the most used among the studies by those (Ebrahimi et al., 2021; Y. Li et al., 2021; Abrol et al., 2020; Chen and Xia, 2021; Ren et al., 2022; Y. Li et al., 2022b). (Y. Li et al., 2022a) compared their introduced 3D-ResNet-50 with its variants ResNet-10, ResNet-34, and ResNet-101 to outperform them. In the same context, (Bae et al., 2021) reduced the complexity of ResNet-50 by proposing a ResNet-29 (contains 29 layers instead of 50). (Guan et al., 2022) used residual blocks (blocks of which ResNet is a constituent) with a large convolutional kernel size of 4x4x4 to increase the receptive field followed by a 1x1x1 convolution. As for other architectures, (Folego et al., 2020) extended LeNet-5 (that is used also by (Ebrahimi et al., 2021)), VGG, ResNet, and GoogleNet to 3D convolution. (Pena et al., 2022) used a 3D-CNN with residual blocks introduced originally by (Bi et al., 2020) and extended the Inception model to 3D convolution with different 3 convolution layers of different sizes to capture features at different scales. And fused the output features of both networks in a fully connected layer. (J. Li et al., 2022) combined a 3D U-Net (Fan et al., 2021) with self-supervised contrastive learning (T. Chen et al., 2020), updating the weights based on the supervised loss of U-Net and the contrastive loss. Both (Ocasio and Duong, 2021) and (Q. Li and Yang, 2021) implemented their 3D-ResNet and 3D-VGG and compared them.
Different from ResNet architecture, DenseNet (G. Huang et al., 2017) that was used by (X. Gao et al., 2022a; Y. Li et al., 2022b) does propagate feature maps along the network concatenating feature maps of all previous dense blocks (blocks of which DenseNet is a constituent) as an input to each block, instead of summing the features maps output of each block and its previous one. Hence, it better alleviates the vanishing gradient which is the main purpose behind implementing ResNet. (M. Liu et al., 2020) applied 3D-DenseNet to hippocampus volume only, to decrease the network's complexity outperforming a 3D U-Net in a comparison. Another study (Poloni and Ferrari, 2022) extended an EfficientNet (Tan and Le, 2019) to 3D, training two identical networks on right and left hippocampus respectively, and combining their generated features. Each of three identical 3D-CNNs captured the features of both left and right hippocampus, and the asymmetry differences between them respectively proposed by (A. Li et al., n.d.). A 2D-CNN was then cascaded on the 3 networks modeling the co-relation between them for the classification decision. PointNet++ (Qi et al., 2017), SpiralNet++ (Gong et al., 2019), and 3D ResNet-34 were used by (Sarasua et al., 2022) with point clouds, meshes, and volumetric representations of the hippocampus respectively. (Yiğit et al., 2022) applied a majority voting on a conventional 3D-CNN and 2D VGG-16. (Y. Chen and Xia, 2021) trained several 3D-CNNs, each on a different ROI using a weighted ensemble to make the classification result more influenced by the most informative ROIs. (Goenka and Tiwari, 2022) examined patch-based, voxel-based, and merging certain 2D slices as a 3D volume selected from the

original 3D image with a 3D-CNN. To overcome the complexity due to the big number of parameters in 3D-CNN several approaches were introduced in the literature. For example,(Liang et al., 2021) used temporal pooling developed for video frames to fuse the extracted feature maps from 2D slices of a 3D MRI by 2D-CNN into a single 2D feature map as an approach, while applying temporal pooling to the 2D slices compressing them in a single 2D image before being fed to 2D-CNN as another approach. For the same purpose, (Y. Li et al., 2022b) used a 2D-CNN to extract features from 2D slices of sagittal, coronal, and axial views, modeling inter-view features by an LSTM. Similarly, (Ebrahimi et al., 2021) used three 2D-CNNs in a majority vote for each of the sagittal, coronal, and axial views with an LSTM after each 2D-CNN to model the intra-view features. They compared this model with a majority vote of three 3D-CNNs. An ensemble via sum rule of pre-trained AlexNet, GoogleNet, ResNet50, ResNet101, and Inception-v3 as 2D-CNN architectures was applied by (Nanni et al., 2020). Their input was different combinations of 3 slices across the sagittal, coronal, and axial projections as an RGB image to model the three-dimensional features. Regarding attention mechanisms that direct the network to focus on the most informative features, (Folego et al., 2020; Guan et al., 2022; Lian, Liu, Wang, et al., 2022) used attention blocks within their network. (Lian, Liu, Pan, et al., 2022) used an attention map generated by a 3D-CNN to direct two classification 3D-CNNs modeling global and local features respectively. (Pei et al., 2022) used in addition to an attention block a global context block to capture long-distance features dependency. Some studies combined more than imaging modality, (He et al., 2021a) cascaded a 2D-CNN on three 3D-CNNs for combining MRI, fMRI, and PET modalities. (Y. Pan et al., 2021) used two 3D-CNN streams for MRIs and PETs fusing their extracted features. An advanced approach was introduced by (Gao et al., 2022b) combining the output features of each 2 dense blocks corresponding to each other in both networks through a pathwise convolutional block that provides a feature map as an input to the next dense block in both networks. PCA (Chan et al., 2014) which is an unsupervised method was used with convolutional filters as a feature extractor from Spatio-temporal representations of fMRI by (Y. Wang et al., 2021a; Jia and Lao, 2022a) respectively, where fMRI features were fused with sMRI features generated from a 3D CNN. A 3D-convolutional auto-encoder encoded the features of consecutive MRI sessions in a latent space vector that is input to multi perceptron layer for classification (Ouyang et al., 2022a). They aimed here to benefit from the decoder's loss for better feature extraction. Graph-CNN (Bruna et al., 2013) was applied by (S. G. Huang et al. 2021a; S. G. Huang et al., 2021b; Qiu et al., 2022) to a triangulated mesh representation of the cortical surface. Finally, 3D-convolutional layers were used in constructing generators and discriminators of GANs (Goodfellow et al., 2014) used for generating missing images (X. Gao et al., 2022b; Y. Pan et al., 2021; Y. Pan et al., 2020), and enhancing images quality (Zhou et al., 2021a) to improve their models' classification performance. While (Yu et al., 2022) benefitted from GANs' unsupervised learning capability with partially labeled datasets.

Transfer Learning Approaches

There are different approaches to transfer learning have been used in the literature:

1)Pre-trained: In this approach, the source and target datasets are unrelated to one another. (Y. Li et al., 2021; Nanni et al., 2020; Liang et al., 2021; Helaly et al., 2022) used some well-known architectures in the literature that are pre-trained on generic datasets such as ImageNet like AlexNet, GoogleNet, Inception-v3, VGG, and ResNet. (Ocasio and Duong, 2021a) extended the pre-trained 2D versions of LeNet-5 and ResNet to 3D, benefitting from the pre-trained weights on huge 2D image datasets by duplicating 2D filters along the third dimension.

2)Domain adaption: In this approach, the source and target datasets are related to each other. (Folego et al., 2020; S. G. Huang et al., 2021a) pre-trained the model on a dataset (e.g., ADNI) and fine-tuned it on another (e.g., OASIS). Studies (Pena et al., 2022; Irie et al., 2020; Yiğit et al., 2022; Guan et al., 2022; S. G. Huang et al., 2021a) pre-trained the model on AD vs NC and fine-tuned on sMCI vs pMCI. (Kwak, Niethammer, et al., 2022) applied zero-shot learning in which the pre-trained model is tested on the target dataset without fine-tuning. Similarly, (X. Pan et al., 2021a; Ouyang et al., 2022; Abrol et al., 2020) mixed AD, NC, sMCI, and pMCI for pre-training and tested the model on sMCI vs pMCI classification. (Ocasio and Duong, 2021b) compared zero-shot learning and fine-tuning. An unsupervised module DsAN (Zhu et al., 2021) that performs domain specific feautres adaption instead of general adaption was concatenated by (Ren et al., 2022) with the classifier. Weights of a pre-trained in a previous medical diagnosis study were used as initial weights in the proposed model (Q. Li and Yang, 2021). Exploiting the correlation between brain age and MCI-to-AD, (F. Gao et al., 2020a) transferred the knowledge by keeping the classifying layer of a pre-trained network instance on age prediction, where the age prediction result is used to correct the result of

another pre-trained network instance that is fine-tuned for MCI-to-AD conversion problem. Unsupervised contrastive learning in (Y. Li et al., 2022a) was used to increase the correlation between a generic medical images dataset as a source dataset and the sMCI vs pMCI as the target one. Federated learning (Xu et al., 2021) was applied by (Y. L. Huang et al., 2021) where multiple instances of the model are trained across different datasets, sharing their weights, and averaging them to achieve global weights of a model, outperforming traditional domain adoption in a comparison.

3) One-shot learning: In this method, a subset of a dataset is used to pre-train the model then it is fine-tuned with the whole dataset as done by (Jin et al., 2022).

4)Knowledge Distillation: In this approach, a re-trained larger (teacher) model transfers its knowledge to a smaller untrained (student) model that tries to produce the same output as the teacher one as done by (Guan et al., 2021; Y. Li et al., 2022b).

Data Augmentation Techniques

1)Traditional augmentation: Traditional position augmentation techniques; scaling, flipping, cropping, rotation, translation, and zoom-in/out were applied by (Jin et al., 2022; Lian, Liu, Wang, et al., 2022; Y. Li et al., 2021; M. Liu et al., 2020; Ocasio and Duong, 2021a; A. Li et al., n.d.; Helaly et al., 2022; Sethi et al., 2021; Jo et al., 2020a; Tufail, Anwar, et al., 2022a; Kwak, Stanford, et al., 2022; Pei et al., 2022; Goenka and Tiwari, 2022; Sarasua et al., 2022; Dyrba et al., 2021; Lian, Liu, Pan, et al., 2022). Moreover, a comparison between random width and height shift, random zoomed in/out, and random weak Gaussian blurring were done by (Tufail, Ullah, et al., 2022). (J. Li et al., 2022) used gamma transformation, adding noise, histogram equalization, sharpening, and smoothing as color augmentation in addition to some position augmentation.

2)Synthesizing: GANs were used by (X. Gao et al., 2022b; Y. Pan et al., 2020, 2022) to generate missing PET images for a neuroimaging multi-modality approach based on the correlation between MRIs and PETs of subjects having images in both modalities. The generated images in GAN by the generator make the discriminator a better classifier for an unsupervised purpose (Yu et al., 2022). Authors (S. G. Huang et al., 2021b) generated new triangular meshed surfaces, not synthesizing the neuroimages themselves.

3)Others: (Qiu et al., 2022) estimated any missing subject at a time point in an MRI session's time series. (Feng et al., 2022b) augmented their data by including scans acquired from the same patient across multiple visits. Randomly sampling patches over the whole volume (Zhou et al., 2021b), trained the model with a higher variance of brain locations. A mix-up augmentation (H. Zhang et al., 2017), was used by (Guan et al., 2022; Ren et al., 2022; Bron et al., 2021) in which augmentation was done by linearly combining two randomly selected images of the same class to avoid degrading the spatial normalization. Each of several adjacency matrices representing the similarity of clinical variables between subjects and a sequence of 3D MRI feature maps is fed by (Vivar et al., 2021) into separate Graph-CNN + autoregressive LSTM networks to reconstruct the input data compensating for any missing data.

Recent Architectures as Overfitting Solution

Depth separable convolution (SIfre and Mallat, 2014) is an approach that decomposes a 3D convolution process to 1×1×n and n×n ×1, reducing the number of parameters. Separable convolution was utilized by (X. Pan et al., 2021b), where three 3D-CNNs (hence, a big number of parameters to be reduced) based on 3D-separable convolution were applied to sagittal, coronal, and axial 3D images combining their features. MobileNet (Howard et al., 2017) and ShuffleNet (X. Zhang et al., 2017) that are based on separable convolution were used by (He et al., 2021b) and (Y. Wang et al., 2021a) respectively. PCA used by (Bi et al., 2020) is an unsupervised method that applies convolution was used as a solution for the non-enough labeled images. Finally, (Irie et al., 2020) implemented a 3D ladder convolutional network consisting of 3 parts. An encoder produces an output (the MRI features), and a decoder reconstructs the MRI based on the encoded features. Then subtracting the constructed image from the real one to remove common features resulting in a parameter number decrease.

Neuroimaging Techniques & Datasets

Neuroimaging techniques are the most used biomarkers with machine learning applications for AD diagnosis. sMRI, PET, and fMRI were the imaging techniques used. Structural Magnetic resonance imaging

(sMRI) known mostly as MRI is a medical imaging technique that uses a magnetic field and computer-generated radio waves to create images of organs and tissues in your body. Functional magnetic resonance imaging or functional MRI (fMRI) measures brain activity by detecting changes associated with blood flow. Positron emission tomography (PET) is a functional imaging technique that uses radioactive substances to visualize changes in metabolic processes, and in other physiological activities like blood flow and regional chemical composition. sMRI dominated the studies, followed by PET and then fMRI as shown in figure 1.

The datasets used in the studies we have in this review were retrieved from different databases. There are several useful and common databases that researchers depend on in the literature. ADNI, AIBL, and OASIS are the most used platforms in the literature as shown in figure 2.

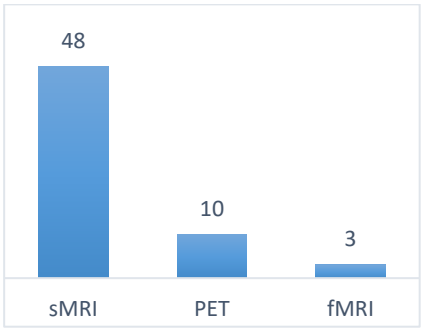


Figure 1. Imaging Modalities

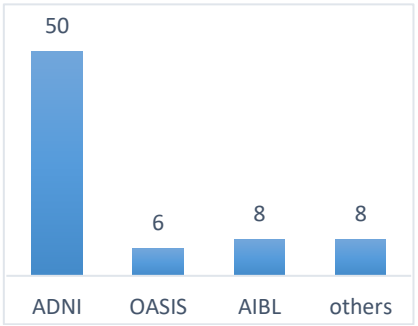


Figure 2. Datasets

CONCLUSION

In conclusion, we conducted this review to investigate the state-of-art methods introduced in the literature for using convolutional neural networks in Alzheimer's diagnosis. We focused on three points, first, due to the 3D nature of neuroimages we investigated the different approaches used to model the three-dimensional features. Using 3D convolution is the most basic approach used but it has a drawback of a very big number of parameters. Therefore, some studies used multiple 2D-CNNs across sagittal, coronal, and axial slices and then used RNNs to model the inter-slices features. Second, we investigated the status of the proposed solutions for the overfitting problem which is a common challenge in medical diagnosis due to the small size of datasets and the big number of parameters in 3D models. We focus in this study on transfer learning, data augmentation, and recent architectures designed for the overfitting problem. Transfer learning is applied using pre-trained, domain adoption, zero-shot learning, and knowledge distillation. The findings reveal that domain adoption and knowledge distillation seem to gain the biggest attention in the literature in the coming years. As for domain adoption, it transfers weights from Alzheimer's or medical-related datasets which leads to learning more related features variation. While knowledge distillation transfers the knowledge of a bigger model to a smaller one (of a lower number of parameters) decreasing overfitting. Regarding data augmentation GANs are considered state-of-the-art for generating missing images which is always a drawback in medical diagnosis. Also, traditional augmentation methods were used as well. The third point we explored was the most used datasets and imaging modalities in this domain finding that it is very rare to find a study that did not use ADNI or sMRI.

The proposed methods in the literature have shown very promising results, but still, several research gaps need more future investigation:

- **sMCI vs pMCI Task:** This task is a very challenging one and always shows lower accuracy results than AD vs NC. This is due to the very high similarities between MCI subjects. Domain adoption transfer learning provided an improvement in this task's accuracy. However, still more work is needed to reach satisfactory results, especially using data augmentation and domain adoption transfer learning to capture more discriminative features from other similar subjects like AD (always more similar to pMCI) and NC (always more similar to NC).
- **Multi-imaging Modalities:** A few studies combined several imaging modalities like MRI and PET showing better accuracy than a single modality. This is due to the complementary information different modalities provide. Combining multi-modalities should be taken into consideration in future studies for boosting classification accuracy.

- **fMRI:** Alzheimer-related changes in brain activity captured by fMRI happen earlier than structural ones. Only a little number of studies performed diagnoses based on fMRI. fMRI is different from other modalities that it is of a 4D nature as it captures functional changes in a brain's volume across time (the 4th dimension). Therefore, it is challenging to model both spatial and temporal features.
- **Over Fitting:** Although several transfer learning and augmentation results decrease the CNNs' overfitting significantly, more improvement can be reached by applying recent architectures that have been proposed especially for overcoming small-size datasets problems. For example, HRNet (J. Wang et al., 2021), CapsNet (Mukhometzianov and Carrillo, n.d.), and ConvNeXt (Z. Liu et al., 2022) are highly recommended to be studied in future work.

REFERENCES

Abrol, A., Bhattarai, M., Fedorov, A., Du, Y., Plis, S., & Calhoun, V. (2020a). Deep residual learning for neuroimaging: An application to predict progression to Alzheimer's disease. *Journal of Neuroscience Methods*, *339*. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2020.108701

Abrol, A., Bhattarai, M., Fedorov, A., Du, Y., Plis, S., & Calhoun, V. (2020b). Deep residual learning for neuroimaging: An application to predict progression to Alzheimer's disease. *Journal of Neuroscience Methods*, *339*. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2020.108701

Alzheimer's association. 2017 Alzheimer's disease facts and figures. Special Report. (n.d.).

Bae, J., Stocks, J., Heywood, A., Jung, Y., Jenkins, L., Hill, V., Katsaggelos, A., Popuri, K., Rosen, H., Beg, M. F., & Wang, L. (2021). Transfer learning for predicting conversion from mild cognitive impairment to dementia of Alzheimer's type based on a three-dimensional convolutional neural network. *Neurobiology of Aging*, *99*, 53–64. https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2020.12.005

Bi, X., Li, S., Xiao, B., Li, Y., Wang, G., & Ma, X. (2020). Computer aided Alzheimer's disease diagnosis by an unsupervised deep learning technology. *Neurocomputing*, *392*, 296–304. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2018.11.111

Bron, E. E., Klein, S., Papma, J. M., Jiskoot, L. C., Venkatraghavan, V., Linders, J., Aalten, P., de Deyn, P. P., Biessels, G. J., Claassen, J. A. H. R., Middelkoop, H. A. M., Smits, M., Niessen, W. J., van Swieten, J. C., van der Flier, W. M., Ramakers, I. H. G. B., & van der Lugt, A. (2021). Cross-cohort generalizability of deep and conventional machine learning for MRI-based diagnosis and prediction of Alzheimer's disease. *NeuroImage: Clinical*, *31*. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2021.102712

Bruna, J., Zaremba, W., Szlam, A., & LeCun, Y. (2013). *Spectral Networks and Locally Connected Networks on Graphs*. http://arxiv.org/abs/1312.6203

Chan, T.-H., Jia, K., Gao, S., Lu, J., Zeng, Z., & Ma, Y. (2014). *PCANet: A Simple Deep Learning Baseline for Image Classification?* https://doi.org/10.1109/TIP.2015.2475625

Chen, T., Kornblith, S., Norouzi, M., & Hinton, G. (2020). *A Simple Framework for Contrastive Learning of Visual Representations*. http://arxiv.org/abs/2002.05709

Chen, Y., & Xia, Y. (2021). Iterative sparse and deep learning for accurate diagnosis of Alzheimer's disease. *Pattern Recognition*, *116*. https://doi.org/10.1016/j.patcog.2021.107944

Dyrba, M., Hanzig, M., Altenstein, S., Bader, S., Ballarini, T., Brosseron, F., Buerger, K., Cantré, D., Dechent, P., Dobisch, L., Düzel, E., Ewers, M., Fliessbach, K., Glanz, W., Haynes, J. D., Heneka, M. T., Janowitz, D., Keles, D. B., Kilimann, I., … Teipel, S. J. (2021). Improving 3D convolutional neural network comprehensibility via interactive visualization of relevance maps: evaluation in Alzheimer's disease. *Alzheimer's Research and Therapy*, *13*(1). https://doi.org/10.1186/s13195-021-00924-2

Ebrahimi, A., Luo, S., & Disease Neuroimaging Initiative, for the A. (2021). Convolutional neural networks for Alzheimer's disease detection on MRI images. *Journal of Medical Imaging*, *8*(02). https://doi.org/10.1117/1.jmi.8.2.024503

Ebrahimighahnavieh, M. A., Luo, S., & Chiong, R. (2020). Deep learning to detect Alzheimer's disease from neuroimaging: A systematic literature review. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *187*. https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2019.105242

Fan, Z., Li, J., Zhang, L., Zhu, G., Li, P., Lu, X., Shen, P., Shah, S. A. A., Bennamoun, M., Hua, T., & Wei, W. (2021). U-net based analysis of MRI for Alzheimer's disease diagnosis. *Neural Computing and Applications*, *33*(20), 13587–13599. https://doi.org/10.1007/s00521-021-05983-y

Fathi, S., Ahmadi, M., & Dehnad, A. (2022). Early diagnosis of Alzheimer's disease based on deep learning: A systematic review. In *Computers in Biology and Medicine* (Vol. 146). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2022.105634

Feng, X., Provenzano, F. A., & Small, S. A. (2022a). A deep learning MRI approach outperforms other biomarkers of prodromal Alzheimer's disease. *Alzheimer's Research and Therapy*, *14*(1). https://doi.org/10.1186/s13195-022-00985-x

Feng, X., Provenzano, F. A., & Small, S. A. (2022b). A deep learning MRI approach outperforms other biomarkers of prodromal Alzheimer's disease. *Alzheimer's Research and Therapy*, *14*(1). https://doi.org/10.1186/s13195-022-00985-x

Folego, G., Weiler, M., Casseb, R. F., Pires, R., & Rocha, A. (2020). Alzheimer's Disease Detection Through Whole-Brain 3D-CNN MRI. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *8*. https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.534592

Gao, F., Yoon, H., Xu, Y., Goradia, D., Luo, J., Wu, T., & Su, Y. (2020a). AD-NET: Age-adjust neural network for improved MCI to AD conversion prediction. *NeuroImage: Clinical*, *27*. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102290

Gao, F., Yoon, H., Xu, Y., Goradia, D., Luo, J., Wu, T., & Su, Y. (2020b). AD-NET: Age-adjust neural network for improved MCI to AD conversion prediction. *NeuroImage: Clinical*, *27*. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2020.102290

Gao, X., Shi, F., Shen, D., Liu, M., & Alzheimer's Disease, T. (2022a). Task-Induced Pyramid and Attention GAN for Multimodal Brain Image Imputation and Classification in Alzheimer's Disease; Task-Induced Pyramid and Attention GAN for Multimodal Brain Image Imputation and Classification in Alzheimer's Disease. *IEEE JOURNAL OF BIOMEDICAL AND HEALTH INFORMATICS*, *26*(1). https://doi.org/10.1109/JBHI.2020.3097721

Gao, X., Shi, F., Shen, D., Liu, M., & Alzheimer's Disease, T. (2022b). Task-Induced Pyramid and Attention GAN for Multimodal Brain Image Imputation and Classification in Alzheimer's Disease; Task-Induced Pyramid and Attention GAN for Multimodal Brain Image Imputation and Classification in Alzheimer's Disease. *IEEE JOURNAL OF BIOMEDICAL AND HEALTH INFORMATICS*, *26*(1). https://doi.org/10.1109/JBHI.2020.3097721

Goenka, N., & Tiwari, S. (2022). AlzVNet: A volumetric convolutional neural network for multiclass classification of Alzheimer's disease through multiple neuroimaging computational approaches. *Biomedical Signal Processing and Control*, *74*. https://doi.org/10.1016/j.bspc.2022.103500

Gong, S., Chen, L., Bronstein, M., & Zafeiriou, S. (2019). *SpiralNet++: A Fast and Highly Efficient Mesh Convolution Operator*. http://arxiv.org/abs/1911.05856

Goodfellow, I. J., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2014). *Generative Adversarial Networks*. http://arxiv.org/abs/1406.2661

Guan, H., Wang, C., Cheng, J., Jing, J., & Liu, T. (2022). A parallel attention-augmented bilinear network for early magnetic resonance imaging-based diagnosis of Alzheimer's disease. *Human Brain Mapping*, *43*(2), 760–772. https://doi.org/10.1002/hbm.25685

Guan, H., Wang, C., & Tao, D. (2021). MRI-based Alzheimer's disease prediction via distilling the knowledge in multi-modal data. *NeuroImage*, *244*. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118586

He, Y., Wu, J., Zhou, L., Chen, Y., Li, F., & Qian, H. (2021a). Quantification of Cognitive Function in Alzheimer's Disease Based on Deep Learning. *Frontiers in Neuroscience*, *15*. https://doi.org/10.3389/fnins.2021.651920

He, Y., Wu, J., Zhou, L., Chen, Y., Li, F., & Qian, H. (2021b). Quantification of Cognitive Function in Alzheimer's Disease Based on Deep Learning. *Frontiers in Neuroscience*, *15*. https://doi.org/10.3389/fnins.2021.651920

Helaly, H. A., Badawy, M., & Haikal, A. Y. (2022). Deep Learning Approach for Early Detection of Alzheimer's Disease. *Cognitive Computation*, *14*(5), 1711–1727. https://doi.org/10.1007/s12559-021-09946-2

Howard, A. G., Zhu, M., Chen, B., Kalenichenko, D., Wang, W., Weyand, T., Andreetto, M., & Adam, H. (2017). *MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications*. http://arxiv.org/abs/1704.04861

Huang, G., Liu, Z., van der Maaten, L., & Weinberger, K. Q. (2017). Densely connected convolutional networks. *Proceedings - 30th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2017*, *2017-January*, 2261–2269. https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.243

Huang, S. G., Chung, M. K., & Qiu, A. (2021a). Revisiting convolutional neural network on graphs with polynomial approximations of Laplace–Beltrami spectral filtering. *Neural Computing and Applications*, *33*(20), 13693–13704. https://doi.org/10.1007/s00521-021-06006-6

Huang, S. G., Chung, M. K., & Qiu, A. (2021b). Fast mesh data augmentation via Chebyshev polynomial of spectral filtering. *Neural Networks*, *143*, 198–208. https://doi.org/10.1016/j.neunet.2021.05.025

Huang, Y. L., Yang, H. C., & Lee, C. C. (2021). Federated Learning via Conditional Mutual Learning for Alzheimer's Disease Classification on T1w MRI. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 2427–2432. https://doi.org/10.1109/EMBC46164.2021.9630382

Irie, R., Otsuka, Y., Hagiwara, A., Kamagata, K., Kamiya, K., Suzuki, M., Wada, A., Maekawa, T., Fujita, S., Kato, S., Nakajima, M., Miyajima, M., Motoi, Y., Abe, O., & Aoki, S. (2020). A novel deep learning approach with a 3D convolutional ladder network for differential diagnosis of idiopathic normal pressure hydrocephalus and Alzheimer's disease. *Magnetic Resonance in Medical Sciences*, *19*(4), 351–358. https://doi.org/10.2463/mrms.mp.2019-0106

Janghel, R. R., & Rathore, Y. K. (2021). Deep Convolution Neural Network Based System for Early Diagnosis of Alzheimer's Disease. *IRBM*, *42*(4), 258–267. https://doi.org/10.1016/j.irbm.2020.06.006

Jia, H., & Lao, H. (2022a). Deep learning and multimodal feature fusion for the aided diagnosis of Alzheimer's disease. *Neural Computing and Applications*. https://doi.org/10.1007/s00521-022-07501-0

Jia, H., & Lao, H. (2022b). Deep learning and multimodal feature fusion for the aided diagnosis of Alzheimer's disease. *Neural Computing and Applications*, *34*(22), 19585–19598. https://doi.org/10.1007/s00521-022-07501-0

Jin, L., Zhao, K., Zhao, Y., Che, T., & Li, S. (2022). A Hybrid Deep Learning Method for Early and Late Mild Cognitive Impairment Diagnosis With Incomplete Multimodal Data. *Frontiers in Neuroinformatics*, *16*. https://doi.org/10.3389/fninf.2022.843566

Jo, T., Nho, K., Risacher, S. L., & Saykin, A. J. (2020a). Deep learning detection of informative features in tau PET for Alzheimer's disease classification. *BMC Bioinformatics*, *21*. https://doi.org/10.1186/s12859-020-03848-0

Jo, T., Nho, K., Risacher, S. L., & Saykin, A. J. (2020b). Deep learning detection of informative features in tau PET for Alzheimer's disease classification. *BMC Bioinformatics*, *21*. https://doi.org/10.1186/s12859-020-03848-0

Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (n.d.). *ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks*. http://code.google.com/p/cuda-convnet/

Kwak, K., Niethammer, M., Giovanello, K. S., Styner, M., & Dayan, E. (2022). Differential Role for Hippocampal Subfields in Alzheimer's Disease Progression Revealed with Deep Learning. *Cerebral Cortex (New York, N.Y. : 1991)*, *32*(3), 467–478. https://doi.org/10.1093/cercor/bhab223

Kwak, K., Stanford, W., & Dayan, E. (2022). Identifying the regional substrates predictive of Alzheimer's disease progression through a convolutional neural network model and occlusion. *Human Brain Mapping*. https://doi.org/10.1002/hbm.26026

LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. *Proceedings of the IEEE*, *86*(11), 2278–2323. https://doi.org/10.1109/5.726791

Li, A., Li, F., Elahifasaee, F., Liu, M., & Zhang, L. (n.d.). *Hippocampal shape and asymmetry analysis by cascaded convolutional neural networks for Alzheimer's disease diagnosis*. https://doi.org/10.1007/s11682-020-00427-y/Published

Li, J., Wei, Y., Wang, C., Hu, Q., Liu, Y., & Xu, L. (2022). 3-D CNN-Based Multichannel Contrastive Learning for Alzheimer's Disease Automatic Diagnosis. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, *71*. https://doi.org/10.1109/TIM.2022.3162265

Li, Q., & Yang, M. Q. (2021). Comparison of machine learning approaches for enhancing Alzheimer's disease classification. *PeerJ*, *9*. https://doi.org/10.7717/peerj.10549

Li, Y., Haber, A., Preuss, C., John, C., Uyar, A., Yang, H. S., Logsdon, B. A., Philip, V., Krishna Murthy Karutur, R., & Carter, G. W. (2021). Transfer learning-trained convolutional neural networks identify novelmri biomarkers of alzheimer's disease progression. *Alzheimer's and Dementia: Diagnosis, Assessment and Disease Monitoring*, *13*(1). https://doi.org/10.1002/dad2.12140

Li, Y., Luo, J., & Zhang, J. (2022a). Classification of Alzheimer's disease in MRI images using knowledge distillation framework: an investigation. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, *17*(7), 1235–1243. https://doi.org/10.1007/s11548-022-02661-9

Li, Y., Luo, J., & Zhang, J. (2022b). Classification of Alzheimer's disease in MRI images using knowledge distillation framework: an investigation. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, *17*(7), 1235–1243. https://doi.org/10.1007/s11548-022-02661-9

Lian, C., Liu, M., Pan, Y., & Shen, D. (2022). Attention-Guided Hybrid Network for Dementia Diagnosis With Structural MR Images. *IEEE Transactions on Cybernetics*, *52*(4), 1992–2003. https://doi.org/10.1109/TCYB.2020.3005859

Lian, C., Liu, M., Wang, L., & Shen, D. (2022). Multi-Task Weakly-Supervised Attention Network for Dementia Status Estimation With Structural MRI. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, *33*(8), 4056–4068. https://doi.org/10.1109/TNNLS.2021.3055772

Liang, G., Xing, X., Liu, L., Zhang, Y., Ying, Q., Lin, A. L., & Jacobs, N. (2021). Alzheimer's Disease Classification Using 2D Convolutional Neural Networks. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 3008–3012. https://doi.org/10.1109/EMBC46164.2021.9629587

Liu, M., Li, F., Yan, H., Wang, K., Ma, Y., Shen, L., & Xu, M. (2020). A multi-model deep convolutional neural network for automatic hippocampus segmentation and classification in Alzheimer's disease. *NeuroImage*, *208*. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116459

Liu, Z., Mao, H., Wu, C.-Y., Feichtenhofer, C., Darrell, T., & Xie, S. (2022). *A ConvNet for the 2020s*. http://arxiv.org/abs/2201.03545

Mukhometzianov, R., & Carrillo, J. (n.d.). *CapsNet comparative performance evaluation for image classification*.

Nanni, L., Interlenghi, M., Brahnam, S., Salvatore, C., Papa, S., Nemni, R., & Castiglioni, I. (2020). Comparison of Transfer Learning and Conventional Machine Learning Applied to Structural Brain MRI for the Early Diagnosis and Prognosis of Alzheimer's Disease. *Frontiers in Neurology*, *11*. https://doi.org/10.3389/fneur.2020.576194

Ocasio, E., & Duong, T. Q. (2021a). Deep learning prediction of mild cognitive impairment conversion to Alzheimer's disease at 3 years after diagnosis using longitudinal and wholebrain 3D MRI. *PeerJ Computer Science*, *7*, 1–21. https://doi.org/10.7717/PEERJ-CS.560

Ocasio, E., & Duong, T. Q. (2021b). Deep learning prediction of mild cognitive impairment conversion to Alzheimer's disease at 3 years after diagnosis using longitudinal and wholebrain 3D MRI. *PeerJ Computer Science*, *7*, 1–21. https://doi.org/10.7717/PEERJ-CS.560

Ouyang, J., Zhao, Q., Adeli, E., Zaharchuk, G., & Pohl, K. M. (2022a). Disentangling Normal Aging From Severity of Disease via Weak Supervision on Longitudinal MRI. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, *41*(10), 2558–2569. https://doi.org/10.1109/TMI.2022.3166131

Ouyang, J., Zhao, Q., Adeli, E., Zaharchuk, G., & Pohl, K. M. (2022b). Disentangling Normal Aging from Severity of Disease via Weak Supervision on Longitudinal MRI. *IEEE Transactions on Medical Imaging*. https://doi.org/10.1109/TMI.2022.3166131

Pan, X., Phan, T. le, Adel, M., Fossati, C., Gaidon, T., Wojak, J., & Guedj, E. (2021a). Multi-View Separable Pyramid Network for AD Prediction at MCI Stage by 18F-FDG Brain PET Imaging. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, *40*(1), 81–92. https://doi.org/10.1109/TMI.2020.3022591

Pan, X., Phan, T. le, Adel, M., Fossati, C., Gaidon, T., Wojak, J., & Guedj, E. (2021b). Multi-View Separable Pyramid Network for AD Prediction at MCI Stage by 18F-FDG Brain PET Imaging. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, *40*(1), 81–92. https://doi.org/10.1109/TMI.2020.3022591

Pan, Y., Liu, M., Lian, C., Xia, Y., & Shen, D. (2020). Spatially-Constrained Fisher Representation for Brain Disease Identification with Incomplete Multi-Modal Neuroimages. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, *39*(9), 2965–2975. https://doi.org/10.1109/TMI.2020.2983085

Pan, Y., Liu, M., Xia, Y., & Shen, D. (2021). Disease-image-specific Learning for Diagnosis-oriented Neuroimage Synthesis with Incomplete Multi-Modality Data. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2021.3091214

Pan, Y., Liu, M., Xia, Y., & Shen, D. (2022). Disease-Image-Specific Learning for Diagnosis-Oriented Neuroimage Synthesis With Incomplete Multi-Modality Data. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, *44*(10), 6839–6853. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2021.3091214

Pei, Z., Wan, Z., Zhang, Y., Wang, M., Leng, C., & Yang, Y. H. (2022). Multi-scale attention-based pseudo-3D convolution neural network for Alzheimer's disease diagnosis using structural MRI. *Pattern Recognition*, *131*. https://doi.org/10.1016/j.patcog.2022.108825

Pena, D., Suescun, J., Schiess, M., Ellmore, T. M., & Giancardo, L. (2022). Toward a Multimodal Computer-Aided Diagnostic Tool for Alzheimer's Disease Conversion. *Frontiers in Neuroscience*, *15*. https://doi.org/10.3389/fnins.2021.744190

Poloni, K. M., & Ferrari, R. J. (2022). A deep ensemble hippocampal CNN model for brain age estimation applied to Alzheimer's diagnosis. *Expert Systems with Applications*, *195*. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116622

Qi, C. R., Yi, L., Su, H., & Guibas, L. J. (2017). *PointNet++: Deep Hierarchical Feature Learning on Point Sets in a Metric Space*. http://arxiv.org/abs/1706.02413

Qiu, A., Xu, L., & Liu, C. (2022). Predicting diagnosis 4 years prior to Alzheimer's disease incident. *NeuroImage: Clinical*, *34*. https://doi.org/10.1016/j.nicl.2022.102993

R. Haux, Health information systems–past, present. (n.d.).

Ren, F., Yang, C., & Nanehkaran, Y. A. (2022). MRI-based model for MCI conversion using deep zero-shot transfer learning. *Journal of Supercomputing*. https://doi.org/10.1007/s11227-022-04668-0

Sarasua, I., Pölsterl, S., & Wachinger, C. (2022). Hippocampal representations for deep learning on Alzheimer's disease. *Scientific Reports*, *12*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-022-12533-6

Sethi, M., Ahuja, S., Rani, S., Bawa, P., & Zaguia, A. (2021). Classification of Alzheimer's Disease Using Gaussian-Based Bayesian Parameter Optimization for Deep Convolutional LSTM Network. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*, *2021*. https://doi.org/10.1155/2021/4186666

Sethi, M., Ahuja, S., Rani, S., Koundal, D., Zaguia, A., & Enbeyle, W. (2022). An Exploration: Alzheimer's Disease Classification Based on Convolutional Neural Network. *BioMed Research International*, *2022*. https://doi.org/10.1155/2022/8739960

SIfre, L., & Mallat, S. (2014). *Rigid-Motion Scattering for Texture Classification*. http://arxiv.org/abs/1403.1687

Simonyan, K., & Zisserman, A. (2014). *Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition*. http://arxiv.org/abs/1409.1556

Szegedy, C., Ioffe, S., Vanhoucke, V., & Alemi, A. (n.d.). *Inception-v4, Inception-ResNet and the Impact of Residual Connections on Learning*.

Szegedy, C., Liu, W., Jia, Y., Sermanet, P., Reed, S., Anguelov, D., Erhan, D., Vanhoucke, V., & Rabinovich, A. (n.d.). *Going Deeper with Convolutions*.

Tan, M., & Le, Q. v. (2019). *EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks*. http://arxiv.org/abs/1905.11946

Tufail, A. bin, Anwar, N., Othman, M. T. ben, Ullah, I., Khan, R. A., Ma, Y. K., Adhikari, D., Rehman, A. U., Shafiq, M., & Hamam, H. (2022a). Early-Stage Alzheimer's Disease Categorization Using PET Neuroimaging Modality and Convolutional Neural Networks in the 2D and 3D Domains. *Sensors*, *22*(12). https://doi.org/10.3390/s22124609

Tufail, A. bin, Anwar, N., Othman, M. T. ben, Ullah, I., Khan, R. A., Ma, Y. K., Adhikari, D., Rehman, A. U., Shafiq, M., & Hamam, H. (2022b). Early-Stage Alzheimer's Disease Categorization Using PET Neuroimaging Modality and Convolutional Neural Networks in the 2D and 3D Domains. *Sensors*, *22*(12). https://doi.org/10.3390/s22124609

Tufail, A. bin, Ullah, K., Khan, R. A., Shakir, M., Khan, M. A., Ullah, I., Ma, Y. K., & Ali, M. S. (2022). On Improved 3D-CNN-Based Binary and Multiclass Classification of Alzheimer's Disease Using Neuroimaging Modalities and Data Augmentation Methods. *Journal of Healthcare Engineering*, *2022*. https://doi.org/10.1155/2022/1302170

Vivar, G., Kazi, A., Burwinkel, H., Zwergal, A., Navab, N., & Ahmadi, S.-A. (2021). *Simultaneous imputation and classification using Multigraph Geometric Matrix Completion (MGMC): Application to neurodegenerative disease classification*. www.ppmi-info.org/fundingpartners

Wang, J., Sun, K., Cheng, T., Jiang, B., Deng, C., Zhao, Y., Liu, D., Mu, Y., Tan, M., Wang, X., Liu, W., & Xiao, B. (2021). Deep High-Resolution Representation Learning for Visual Recognition. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, *43*(10), 3349–3364. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2020.2983686

Wang, Y., Liu, X., & Yu, C. (2021a). Assisted Diagnosis of Alzheimer's Disease Based on Deep Learning and Multimodal Feature Fusion. *Complexity*, *2021*. https://doi.org/10.1155/2021/6626728

Wang, Y., Liu, X., & Yu, C. (2021b). Assisted Diagnosis of Alzheimer's Disease Based on Deep Learning and Multimodal Feature Fusion. *Complexity*, *2021*. https://doi.org/10.1155/2021/6626728

Xu, J., Glicksberg, B. S., Su, C., Walker, P., Bian, J., & Wang, F. (2021). Federated Learning for Healthcare Informatics. *Journal of Healthcare Informatics Research*, *5*(1). https://doi.org/10.1007/s41666-020-00082-4

Yiğit, A., Baştanlar, Y., & Işık, Z. (2022). Dementia diagnosis by ensemble deep neural networks using FDG-PET scans. *Signal, Image and Video Processing*. https://doi.org/10.1007/s11760-022-02185-4

Yu, W., Lei, B., Ng, M. K., Cheung, A. C., Shen, Y., & Wang, S. (2022). Tensorizing GAN With High-Order Pooling for Alzheimer's Disease Assessment. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, *33*(9), 4945–4959. https://doi.org/10.1109/TNNLS.2021.3063516

Zhang, H., Cisse, M., Dauphin, Y. N., & Lopez-Paz, D. (2017). *mixup: Beyond Empirical Risk Minimization*. http://arxiv.org/abs/1710.09412

Zhang, X., Zhou, X., Lin, M., & Sun, J. (2017). *ShuffleNet: An Extremely Efficient Convolutional Neural Network for Mobile Devices*. http://arxiv.org/abs/1707.01083

Zhou, X., Qiu, S., Joshi, P. S., Xue, C., Killiany, R. J., Mian, A. Z., Chin, S. P., Au, R., & Kolachalama, V. B. (2021a). Enhancing magnetic resonance imaging-driven Alzheimer's disease classification performance using generative adversarial learning. *Alzheimer's Research and Therapy*, *13*(1). https://doi.org/10.1186/s13195-021-00797-5

Zhou, X., Qiu, S., Joshi, P. S., Xue, C., Killiany, R. J., Mian, A. Z., Chin, S. P., Au, R., & Kolachalama, V. B. (2021b). Enhancing magnetic resonance imaging-driven Alzheimer's disease classification performance using generative adversarial learning. *Alzheimer's Research and Therapy*, *13*(1). https://doi.org/10.1186/s13195-021-00797-5

Zhu, Y., Zhuang, F., Wang, J., Ke, G., Chen, J., Bian, J., Xiong, H., & He, Q. (2021). Deep subdomain adaptation network for image classification. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, *32*(4), 1713–1722. https://doi.org/10.1109/TNNLS.2020.2988928

➢ *ORAL PRESENTATION*

Fenton prosesi ile Malathion insektisitinin giderimi: Proses optimizasyonu ve toksisite değerlendirilmesi

Tuğçe Demirel[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7565-3899), Fadime Karaer Özmen[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4423-205X)

[*1] Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: tdemirel@eskisehir.edu.tr

Özet

Çalışma kapsamında Malathion insektisitinin model atıksudan Fenton yöntemi ile giderilebilirliği araştırılmıştır. Fenton prosesine etki eden Fe^{+2} ve H_2O_2 derişiminin suda bulunan Malathion pestisitinin yarattığı toplam organik karbon (TOK) giderim verimine olan etkisi incelenmiştir. Fe^{+2} ve H_2O_2 derişiminin istatistiksel optimizasyonunda çift yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Malathion insektisitinin yarattığı TOK kirliliği 10 mg/l Fe^{+2} ve 1000 mg/l H_2O_2 ile %75,25 oranında, 0,0054 $dk.^{-1}$ hızıyla birinci derece reaksiyon kinetiğine uygun olarak giderilmiştir. Bu optimum koşullarda gerçekleştirilen sitotoksisite değerlendirmesi sonucunda TOK giderimine paralel olarak Malathion insektisitinin suda neden olduğu toksisite çok toksik (LD_{50}=%13±1) seviyeden az toksik (LD_{50}=%70±2) seviyeye düşmüştür. Çalışma sonucunda pestisit kirliliğinin yarattığı organik yük ve toksisitenin Fenton prosesi ile etkin bir şekilde giderilebildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Malathion, pestisit, insektisit, Fenton, TOK, toksisite, ANOVA.

Abstract

Within the scope of the study, the removal of Malathion insecticide from model wastewater by Fenton method was investigated. The effect of Fe^{2+} and H_2O_2 concentrations affecting the Fenton process on the total organic carbon (TOC) removal efficiency of Malathion pesticide in water was investigated. Two-way ANOVA test was used for statistical optimization of Fe^{2+} and H_2O_2 concentrations. TOC pollution created by malathion insecticide was removed with 10 mg/l Fe^{2+} and 1000 mg/l H_2O_2 by 75.25%, at a rate of 0.0054 min^{-1}, in accordance with first-order reaction kinetics. As a result of the cytotoxicity assessment performed under these optimum conditions, the toxicity of Malathion insecticide in water decreased from very toxic (LD_{50}=13±1%) to less toxic (LD_{50}=70±2%) in parallel with TOC removal. As a result of the study, it has been observed that the organic load and toxicity caused by pesticide pollution can be effectively removed by the Fenton process.

GİRİŞ

Organik fosforlu insektisitler, organik klorlu pestisitlerin yasaklanmasından sonra kullanılan pestisitlerin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Chawla ve ark, 2018). Organofosforlu pestisit kullanımı dünya tüketiminin yaklaşık %40'ını ve ABD tüketiminin %70'ini oluşturmaktadır (Zhang ve Pagilla, 2010). Pestisitlerin yoğun ve bilinçsiz kullanımı sonucu pestisitler yüzey akışı veya topraktan süzülerek su kaynaklarına ulaşmaktadır. Topraktan sızıntı yoluyla kontamine olan yeraltı sularının arıtımı ekonomik ve çevresel açıdan ciddi bir problem oluşturmaktadır. Bu nedenle yeraltı sularının korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması oldukça önemlidir (Geed ve ark., 2022; Sankar ve Sivasubramanian, 2021; Liu ve ark., 2022).

Organofosforlu pestisitler biyolojik olarak kolayca parçalanamaz ve toksik etkileri nedeniyle sucul yaşamın zarar görmesine neden olmaktadır. Malathion insektisiti kanserojen, teratojenik ve endokrin bozucu etkiler göstermektedir (Badr,2020; Kralj ve ark., 2007; Yang ve ark., 2020). Çevreye ve canlılara olan etkileri sebebiyle pestisitlerle kontamine olmuş suların arıtımı zorunlu hale gelmektedir.

Fenton asidik şartlarda ferro demir (Fe^{+2}) ile hidrojen peroksidin (H_2O_2) reaksiyonu ile hidroksil ($^{\bullet}OH$) radikali üretimine dayanan toksik organik kirleticiler içeren atıksuların arıtımında kullanılan, basit ve etkili giderim sağlayan bir yöntemdir (Vasseghian ve ark., 2020). Malathion insektisitinin sucul ekosistemlerde

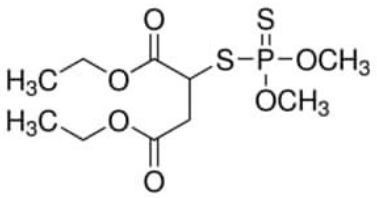
yarattığı organik yük ve toksisitenin Fenton prosesi gibi bir ileri arıtım yöntemiyle giderilmesi klasik arıtım yöntemlerine kıyasla umut vaat edici bir alternatiftir.

Bu çalışma kapsamında Malathion insektisitinin model atıksudan Fenton yöntemi ile giderilebilirliği araştırılmıştır. Fenton prosesine etki eden Fe^{+2} ve H_2O_2 derişiminin suda bulunan Malathion pestisitinin yarattığı TOK giderim verimine olan etkisi incelenmiştir. Fe^{+2} ve H_2O_2 derişiminin istatistiksel optimizasyonunda çift yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Malathion insektisitinin toksisitesinin belirlenmesi amacıyla sitotoksisite çalışmaları yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamında Malathion insektisitinin model atıksudan Fenton yöntemi ile giderilebilirliği araştırılmıştır. Fenton prosesine etki eden demir ve hidrojen peroksit derişiminin Malathion giderim verimine etkisi incelenmiştir. Fenton çalışmaları 50 mg/l Malathion derişiminde, 250 ml numune hacminde, 125 rpm karıştırma hızında kesikli reaktörde gerçekleştirilmiştir. Fenton çalışmalarında model atıksuyun pH'ı 0,1 M H_2SO_4 çözeltisi kullanılarak pH 4'e ayarlanmıştır. Model atıksu pH'ının asidik koşullara ayarlanmasından sonra, Fe^{+2} ve H_2O_2 dozlaması yapılmıştır. Fenton çalışmaları 60 dakika boyunca devam ettirilmiştir. Çalışma başlangıcında ve çalışmalar süresince belirli zaman aralıklarında sistemden numuneler alınmıştır. Bu numunelerde pestisit kirliliğinin yarattığı organik yükün belirlenmesi amacıyla TOK analizi gerçekleştirilmiştir. Malathion insektisitine ait özellikler Tablo 1'de verilmiştir. Fenton prosesi TOK sonuçlarına göre optimize edilmiştir.

Tablo 1. Malathion insektisitine ait özellikler

Kimyasal yapı	
Formül	$C_{10}H_{19}O_6PS_2$
Molekül ağırlığı	330,36 g/mol
CAS No	121-75-5

% TOK gideriminin hesaplanması için Eşitlik 1'de verilen bağıntı kullanılmıştır. Burada;

$$\text{TOK giderimi } (\%) = \frac{(TOK_0 - TOK_t)}{TOK_0} \times 100 \quad (1)$$

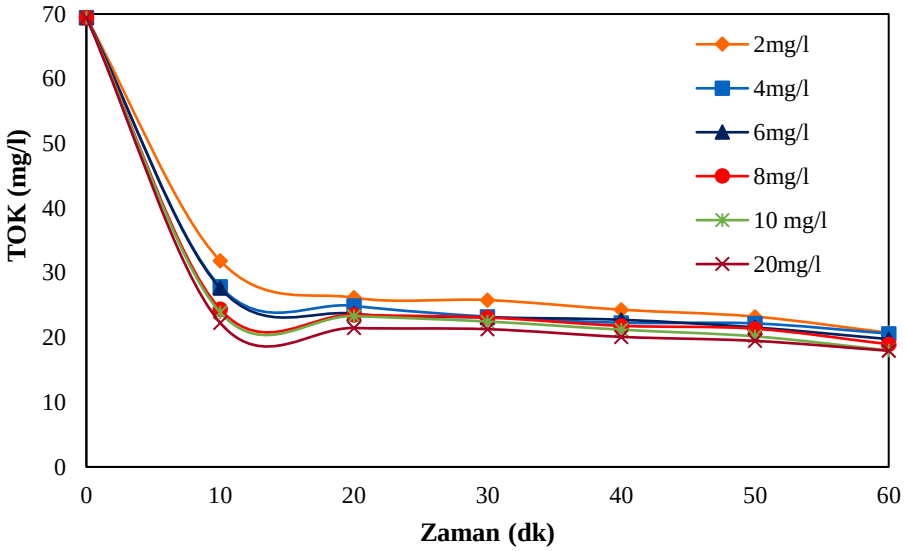
TOK_0: Model atıksuyun başlangıç TOK derişimi (mg/l),
TOK_t: t anındaki TOK derişimi (mg/l).

Malathion insektisitinin toksisitesinin belirlenmesi amacıyla Microtox Model 500 (Azur Environmental) analizörü ile sitotoksisite çalışmaları yapılmıştır. Microtox- sitotoksisite testi biyolüminesans olan *Vibrio fischeri* bakterisinin farklı derişimlerdeki test numunelerine maruziyeti sonucunda LD_{50} değerinin belirlenmesine dayanmaktadır. *V. fischeri* bakterisi test prosedürüne göre hazırlanan bir seri dilüsyona sahip test numunesinde 15 °C sıcaklıkta 5 ve 15 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda başlangıç anına göre *V. fischeri* bakterisinin 5 ve 15 dakika maruziyet sonucundaki ışıma değerleri kaydedilmiştir. Test, numunenin bakteri süspansiyonuna doğrudan maruz bırakılmasının ardından *V. fischeri'* nin biyolüminesansının azalmasına dayanmaktadır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmalarda Fenton prosesine etki eden demir derişiminin (2, 4, 6, 8, 10 ve 20 mg/l Fe^{+2}) ve hidrojen peroksit derişiminin (250, 500, 1000, 1500, 2000 ve 2500 mg/l H_2O_2) Malathion giderim verimine etkisi incelenmiştir.

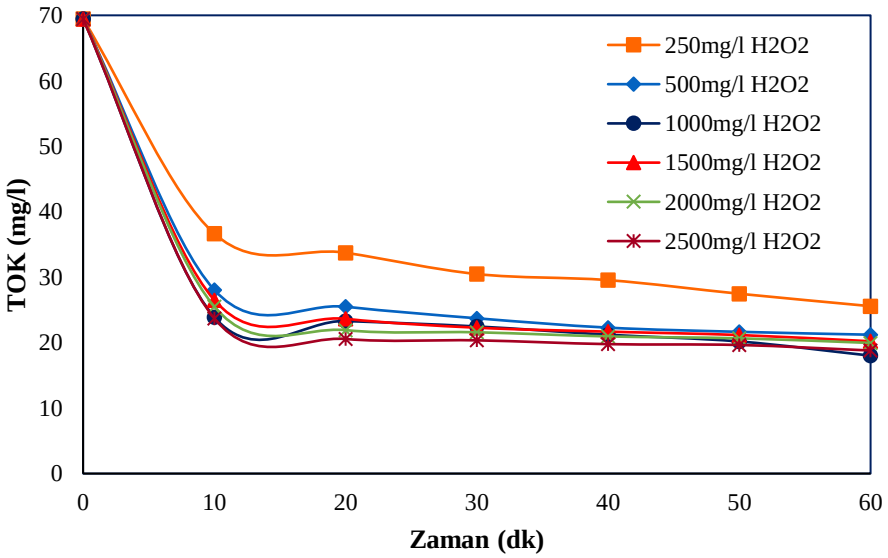
Fenton çalışmalarında Fe^{+2} derişiminin sistem verimine etkisi 2, 4, 6, 8, 10 ve 20 mg/l Fe^{+2} ilavesi ile incelenmiştir. Fe^{+2} derişiminin sistem verimine etkisinin incelenmesine ait giderim grafiği Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Fe^{+2} derişiminin TOK üzerindeki etkisi

2, 4, 6, 8, 10 ve 20 mg/l Fe^{+2} ilavesi ile gerçekleştirilen çalışmalarda zamana bağlı % TOK giderimi sırasıyla %69,10, %71,45, %72,70, %73,86, %75,25 ve %75,34 olarak bulunmuştur.

H_2O_2 derişiminin sistem verimine etkisi 250, 500, 1000, 1500, 2000 ve 2500 mg/l H_2O_2 ilavesi ile incelenmiştir. H_2O_2 derişiminin sistem verimine etkisinin incelenmesine ait giderim grafiği Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. H_2O_2 derişiminin TOK üzerindeki etkisi

250, 500, 1000, 1500, 2000 ve 2500 mg/l H_2O_2 ilavesi ile gerçekleştirilen çalışmalarda zamana bağlı % TOK giderimi sırasıyla %64,19, %70,57, %75,25, %72,03, %72,41 ve %74,09 olarak bulunmuştur.

Deneysel verilerin istatiksel yorumlanmasında çift yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Ölçüm güvenilirliğini göstermek için her bir Fenton çalışması için çift yönlü ANOVA testinden elde edilen p değeri verilmiştir. Fe^{+2} derişiminin TOK giderim verimi üzerindeki etkisinin istatistiksel değerlendirmesine ve reaksiyon kinetiğine ait veriler Tablo 2 'de verilmiştir.

Tablo 2. Fe^{+2} Derişiminin TOK giderim verimi üzerindeki etkisinin istatistiksel değerlendirmesi

ANOVA: Çift Yönlü

Özet	Sayı	Toplam	Ortalama	Varyans	1. Derece Reaksiyon hız sabiti, k (dk^{-1})	R^2
Fe^{+2} Derişimi (mg/l)						
2 mg/l Fe^{+2}	3	207,294796	69,097932	3,91453515	0,0073	0,9213
4mg/l Fe^{+2}	3	214,338347	71,4461158	4,33863571	0,0054	0,92
6 mg/l Fe^{+2}	3	218,110983	72,7036611	4,49271118	0,0057	0,9003
8 mg/l Fe^{+2}	3	221,576544	73,8588479	4,63661459	0,0046	0,9121
10 mg/l Fe^{+2}	3	225,74399	75,2479967	4,81266713	0,0054	0,9398
20 mg/l Fe^{+2}	3	226,007197	75,3357325	4,82389637	0,0041	0,9446

ANOVA

Varyasyon kaynağı	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Grup içinde	47,9526935	2	23,9763467	39,399614	1,8111E-05	4,10282102
Gruplar arası	86,8778275	5	17,3755655	28,5527475	1,2962E-05	3,32583453
Hata	6,08542681	10	0,60854268			
Toplam	140,915948	17				

H_2O_2 derişiminin TOK giderim verimi üzerindeki etkisinin istatistiksel değerlendirmesine ve reaksiyon kinetiğine ait veriler Tablo 3 'te verilmiştir.

Tablo 3. H_2O_2 derişiminin TOK giderim verimi üzerindeki etkisinin istatistiksel değerlendirmesi

ANOVA: Çift Yönlü

Özet	Sayı	Toplam	Ortalama	Varyans	1 Derece Reaksiyon hız sabiti, k (dk^{-1})	R^2
H_2O_2 Derişimi (mg/l)						
250 mg/l H_2O_2	3	192,579891	64,1932969	3,50247707	0,007	0,9857
500 mg/l H_2O_2	3	211,706276	70,5687587	4,23273321	0,0056	0,9379
1000 mg/l H_2O_2	3	225,74399	75,2479967	4,81266713	0,0054	0,9398
1500 mg/l H_2O_2	3	216,093062	72,0310206	4,40996432	0,0049	0,9134
2000 mg/l H_2O_2	3	217,233626	72,4112087	4,45663978	0,0041	0,7955
2500 mg/l H_2O_2	3	222,27843	74,0928098	4,66603583	0,0038	0,7918

ANOVA

Varyasyon kaynağı	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Grup içinde	52,0316663	2	26,0158332	2010,98902	9,3845E-14	4,10282102
Gruplar arası	228,309172	5	45,6618344	3529,59857	6,8281E-16	3,32583453
Hata	0,12936835	10	0,01293683			
Toplam	280,470207	17				

P değeri iki yönlü ANOVA testi kullanılarak grup içinde ve gruplar arası olarak her iki parametre için hesaplanmıştır. Bu p değerleri 0,01'den küçük olduğu için, her üç paralel deney koşulunun TOK ölçüm değerleri arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür.
Malathion insektisiti ile gerçekleştirilen Fenton çalışmalarında TOK giderimi üzerinden belirlenen optimum koşullarda arıtım öncesi ve arıtım sonrası alınan örneklerde *V. fischeri* bakterisi üzerindeki toksik etkileri LD_{50} derişimleri belirlenerek incelenmiştir. Tablo 3'te görüldüğü üzere giriş suyu çok toksik iken arıtımla birlikte toksisite az toksik olarak bulunmuştur.

Tablo 3. Malathion insektisitinin toksisite sonuçları

Numune Adı	Sonuçlar		
Pozitif kontrol (LD_{50}, %v/v)	97±2 (t=5 dk)	98±2 (t=15 dk)	Toksik değil
Negatif kontrol (LD_{50}, %v/v)	25±1 (t=5 dk)	23±1 (t=15 dk)	Çok toksik
Giriş atıksuyu (LD_{50}, %v/v)	10±1 (t=5 dk)	13±1 (t=15 dk)	Çok toksik
Arıtım sonrası (LD_{50}, %v/v)	68±2 (t=5 dk)	70±2 (t=15 dk)	Az toksik

SONUÇ

Bu çalışmada Malathion insektisitinin yarattığı organik yük ve toksisitenin Fenton yöntemi ile giderilebilirliği araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

- Fe^{+2} ve H_2O_2 derişiminin istatistiksel optimizasyonunda çift yönlü ANOVA testi kullanılmıştır.
- Malathion insektisitinin yarattığı TOK kirliliği 10 mg/l Fe^{+2} ve 1000 mg/l H_2O_2 ile %75,25 oranında, 0,0054 dk^{-1} hızıyla birinci derece reaksiyon kinetiğine uygun olarak giderilmiştir.
- Bu optimum koşullarda gerçekleştirilen sitotoksisite değerlendirmesi sonucunda TOK giderimine paralel olarak Malathion insektisitinin suda neden olduğu toksisite çok toksik (LD_{50}=%13±1) seviyeden az toksik (LD_{50}=%70±2) seviyeye düşmüştür.
- Çalışma sonucunda pestisit kirliliğinin yarattığı organik yük ve toksisitenin Fenton prosesi ile etkin bir şekilde giderilebildiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

Badr, A. M. (2020). Organophosphate toxicity: Updates of malathion potential toxic effects in mammals and potential treatments. Environmental Science and Pollution Research, 27(21), 26036-26057.

Chawla, P., Kaushik, R., Swaraj, V. S.ve Kumar, N. (2018). Organophosphorus pesticides residues in food and their colorimetric detection. Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, 10, 292-307.

Geed, S. R., Sawarkar, A. N., Singh, R. S. ve Rai, B. N. (2022). New approach for biodegradation of Malathion pesticide by *Bacillus* sp. isolated from agricultural field: Bioreactor and Kinetics. Journal of Environmental Chemical Engineering, 107936.

Kralj, M. B., Černigoj, U., Franko, M. ve Trebše, P. (2007). Comparison of photocatalysis and photolysis of malathion, isomalathion, malaoxon, and commercial malathion—Products and toxicity studies. Water research, 41(19), 4504-4514.

Liu, L., Liu, W., Yu, L., Dong, J., Han, F., Hu, D. ve Zhang, Y. (2022). Optimizing anaerobic technology by using electrochemistry and membrane module for treating pesticide wastewater: Chemical oxygen demand components and fractions distribution, membrane fouling, effluent toxicity and economic analysis. Bioresource Technology, 346, 126608.

Sankar, M. R. ve Sivasubramanian, V. (2021). Optimization and evaluation of malathion removal by electrocoagulation process and sludge management. Journal of Environmental Chemical Engineering, 9(5), 106147.

Vasseghian, Y., Moradi, M., Pirsaheb, M., Khataee, A., Rahimi, S., Badi, M. Y. ve Khaneghah, A. M. (2020). Pesticide decontamination using UV/ferrous-activated persulfate with the aid neuro-fuzzy modeling: a case study of Malathion. Food Research International, 137, 109557.

Yang, K. J., Lee, J. ve Park, H. L. (2020). Organophosphate pesticide exposure and breast cancer risk: a rapid review of human, animal, and cell-based studies. International journal of environmental research and public health, 17(14), 5030

Zhang, Y. ve Pagilla, K. (2010). Treatment of malathion pesticide wastewater with nanofiltration and photo-Fenton oxidation. Desalination, 263(1-3), 36-44.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Enerji ve derivasyon tünellerinde uygulanan farklı gevşetme analiz metotlarının sonuçlarının karşılaştırılması

Yusuf Yaşar[1*] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0002-8787-512X* Süleyman Pampal[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7295-5100*)

[*1]Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
[2]Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

*yusuf.8066@gmail.com

Özet
Sonlu elemanlar modellerinde, gerilme-deformasyon hesaplamaları için üç boyutlu analiz programları kullanılıyor olsada iki boyutlu analiz programlarıda güncel olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Tünel açma süreci doğal olarak 3 boyutlu bir işlemdir. Bu durumu 2 boyutlu analizlerde uygun bir şekilde uygulayabilmek amacıyla analiz edilen kesitte tünel kazısı yaklaştığında oluşan gevşeme ve deplasmanları modellemek için tünel kazı bölgesindeki malzemenin rijitliğinin azaltılması yoluna gidilmiştir. Gevşetmenin ne ölçüde yapılacağının belirlenmesi amacı ile 2 farklı yöntem kullanılmış olup bulunan değerler karşılaştırılmıştır. Birinci yöntemde, farklı elastisite modülleri kullanılarak gerçekleştirilen analiz aşamalarında elde edilen tünel deplasmanları kullanılarak, elastisite modülü - deplasman eğrileri oluşturulmuştur. Elde edilen bu eğrilerin şekli ve eğiminin değiştiği noktalar dikkate alınarak, analizlerde gevşetme için kullanılacak elastisite modülü değerleri belirlenmiş ve grafikler üzerinde gösterilmiştir. İkinci yöntemde, Vlachopoulos ve Diederich, kazı kesitinin tünel yüzüne olan mesafesinin (X) tünel yarıçapına (R_t) oranı ile Tünel kazı çeperinin etrafında oluşacak plastik kaya zonu yarıçapının (R_p) tünel yarıçapına (R_t) oranının bilinmesi durumunda, destekleme sisteminin uygulanması gereken toplam tünel taç deformasyonu değerleri önermişlerdir. Elde edilen bu deformasyon miktarına göre gevşetme için kullanılacak olan elastisite modulü değeri belirlenmiştir.
Anahtar Kelimeler: Tünel, Sonlu elemanlar metodu, Elastisite modulü

Comparison of the results of different relaxation analysis methods applied in energy and diversion tunnels

Abstract
Although three-dimensional analysis programs are used for stress-strain calculations in finite element models, two-dimensional analysis programs are currently widely used. Tunneling is a 3D process. In order to apply this situation in 2D analysis, the stiffness of the material in the tunnel excavation area is reduced to model the relaxation and displacements that occur when the tunnel excavation is started. Two different methods were used to determine the relaxation rate. In the first method, elasticity modulus - displacement curves were created by using the tunnel displacements obtained in the analysis stages using different elasticity modules. Considering the points where the slope of these curves changed, the elasticity modulus values to be used for relaxation in the analyzes were determined. In the second method, Vlachopoulos and Diederich proposed the deformation value that the support system should be applied if the ratio of the distance of the excavation section to the tunnel face (X) to the tunnel radius (Rt) and the radius of the plastic rock zone to be formed around the excavation (Rp) to the tunnel radius (Rt) are known. The modulus of elasticity to be used for relaxation was determined according to the amount of deformation obtained.
Keywords: Tunnel, Finete element method, Elasticity modulus.

GİRİŞ

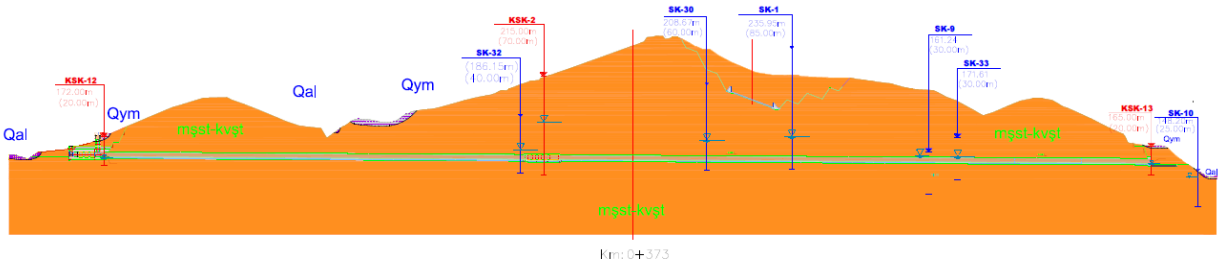
Tüneller, yeryüzünden farklı amaçlarla yer altında hedeflenen lokasyonlara ulaşabilmek için kazılarla oluşturulan yeraltı açıklıklarıdır (Yılmaz,I. 2007). Tünel tasarımında deneyimlenen zorluklar göz önüne alındığında belirsizliklerin irdelenmesi geoteknik mühendisliğinin en önemli konularından biridir. Çünkü zemin yapısı çelik ve beton gibi öngörülebilir ve yapısal özellikleri tahmin edilebilir malzemelerden oluşmadığı için yapılan analizlerin sonuçlarını büyük oranda etkilemektedir (Tekin,E. 2012).

Tünel imalatları, yapılan kazılar nedeniyle doğal olarak bir 3 boyutlu işlemdir. Ancak günümüzde her ne kadar analizlerin gerçekleştirilebilmesinde 3 boyutlu sonlu elemanlar yöntemini kullanan programlar olsa da 2 boyutlu sonlu elemanlar yöntemini kullanan programlarda sıkça kullanılmaktadır. Bu nedenle tünel imalatları sırasında gerçekleştirilen 3 boyutlu kazı işlemlerinin 2 boyutlu analizlere uygun bir şekilde tatbik edilmesi gerekmektedir. Bunun için kazı yapılacak bölgede bir rahatlama (gevşetme) uygulaması yapılır. Rahatlama faktörü (R_f) kazı aşamalarındaki deformasyonlara karşılık bir yükleme oluşturulmasıdır. Böylece yapılan iki boyutlu analizlerde üçüncü boyuttaki etkiler göz önüne alınmış olur. Deneyimlenen zorluklar çerçevesinde karmaşık problemlerin çözümünde sonlu elemanlar yöntemi, güncel durumda geoteknik problemlerin çözümünde en sık kullanılan sayısal modelleme yöntemlerinden biridir. Sonlu elemanlar yönteminin temelinde, yeraltı yapısı gibi karmaşık bir problemin, kabul edilebilir yaklaşımlarla basite indirgenerek sayısal bir çözüm aranması yatmaktadır (Arıkan, M. A. S., 1991). Çözümün gerçekleştirilebilmesi için modelin belli sayıda sonlu elemanlara ayrılarak modellenmesi gerekmektedir. Derivasyon tünelinin gevşetme analizlerinin gerçekleştirilmesinde Phase2 bilgisayar programı kullanılmıştır. Phase2 yazılımı, düzlemsel deformasyon (plane strain) ve eksenel simetrik (axisymmetric) yaklaşımları ile 2 boyuta indirgenmiş çözümlemeler yapabilen bir sonlu elemanlar programıdır. Bu çalışma kapsamında bir vaka analizi özelinde derivasyon tüneli profili üzerinde belirlenmiş bir adet kesite ait farklı metotlar ile gevşetme analizleri gerçekleştirilmiştir. Farklı metotlara ait analiz sonuçları karşılaştırılmış ve bu çalışma kapsamında sunulmuştur. Derivasyon tüneline ait plan görüntüsü en kesit görüntüsü Şekil 1.'de sunulmuştur.



Şekil 1. Derivasyon tüneli plan görüntüsü ve tipik tünel en kesiti

Derivasyon tüneli, güzergâhı boyunca farklı kaya koşulları ve örtü yüksekliklerine sahiptir. Gevşetme analizleri seçilen Km: 0+373 kesiti baraj mansap kısmında yer almakta ve yaklaşık 84.00m örtü yüksekliğine sahiptir.



Şekil 2. Derivasyon tüneli jeolojik profili

MATERYAL VE METOD

Derivasyon tünelinin tamamı Paleozoyik yaşlı Bayındır Formasyonuna ait mikaşistler içerisinde açılacaktır. Açılan sondaj kuyularına göre derivasyon tüneli güzergâhındaki mikaşistler genellikle az-orta (W2-W3), yer yer tamamen ayrışmış (W-5), orta-iyi yer yer az dayanımlı, kırıklı – çok çatlaklı, yer yer parçalanmış ve yapraklanmalıdır. Derivasyon tüneli yakınlarında açılan sondaj kuyuları Tablo 1. de gösterilmiştir.

Tablo 1. Derivasyon tüneli yakınında açılan sondaj kuyuları

SK No	Tünel KM	Tünel Güzergâhına Uzaklığı	Kuyu Derinliği (m)	Tünel Kazısı (m)
SK-32	0+295	73 m kuzeybatı	40	26 – 30 m arası
SK-30	0+350	66 m kuzeybatı	60	50 – 54 m arası
SK-31	0+397	25 m güneydoğu	25	2 – 6 m arası
SK-1	0+410	49 m kuzeybatı	85	77 – 81 m arası
SK-9	0+585	90 m kuzeybatı	30	4 – 8 m arası

Tünel açılması sırasında karşılaşılacak problemlerin en aza indirgenmesi tünel güzergâhının jeolojik özelliklerinin tünel açılmadan belirlenmesi ile mümkündür. Tabakaların yatay, düşey ve eğimli olması durumunda, tünellerde değişik gerilmelerin ve bu gerilmelere bağlı olarak değişik olayların meydana gelmesi beklenir. Tabakalarla birlikte çatlak konumları ve ara uzaklığı tünellerde meydana gelen olaylarda önemli rol oynamaktadır. Jeolojik değerlendirmeler sonucunda kaya kütle sınıflaması RMR ve Q sınıflaması yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar, sınıflamalar ve bu sınıflamalar sonucunda Roclab bilgisayar programından elde edilen girdi parametreleri Tablo 2.'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Km: 0+373 Jeolojik parametreleri

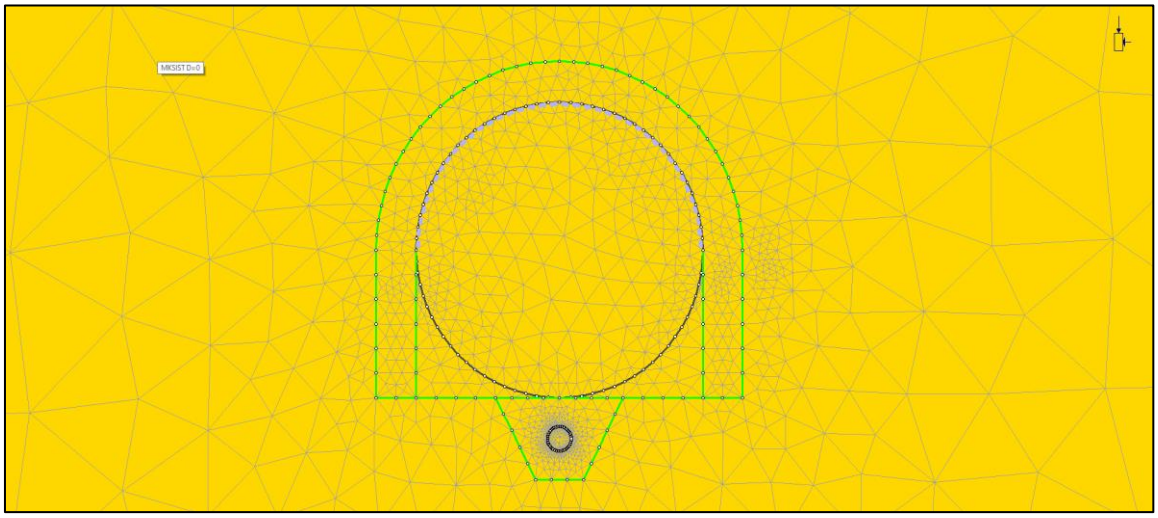
KM		0+373		
Litoloji		Mikaşist-Kuvarsşist		
Kaya Kütlesi Sınıflaması, RMR	Düzeltilmiş	42		
	Temel	55		
Jeolojik Dayanım İndeksi, GSI		50		
Tünelcilik Kalite İndeksi, Q		1.00		
Tek Eksenli Basınç σ_c (MPa)		30		
Deformasyon modülü, E (MPa)	Hoek ve Diederichs (2006)	5068.57	3815.67	2562.78
Örselenme Etmeni, D		0	0.2	0.5
Doygun.Birim Hacim Ağırlık(ɣ) (kN/m^3)		26		
Kohezyon, c (kPa)		465	423	356
İçsel Sürtünme Açısı, Φ (°)		46.35	44.81	41.62
Elastisite Modülü Ei (MPa)/MR		16500 / 550		
Malzeme Sabiti (mi)		10		
mb		1.677	1.375	0.925
s		0.0039	0.0026	0.0013
a		0.506		
Etkin kaya yüksekliği, h (m)		84		

GEVŞETME ANALİZLERİ

Gevşetme analizleri çerçevesinde 2 farklı yöntem kullanılmış olup bu yöntemlere ait analiz ve hesaplama sonuçları aşağıda sunulmuştur.

I. Yöntem - Convergence Confinement Methodu:

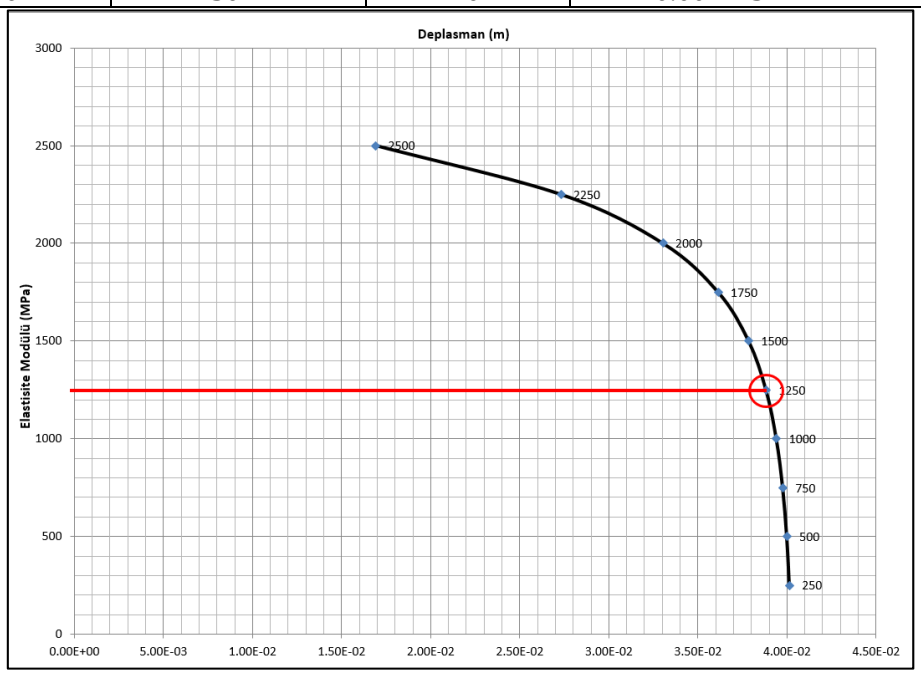
Tünel içerisinde hiçbir destek sistemi olmadan deformasyon sınırlama (convergence confinement) tekniği ile kazı esnasında çekirdek yumuşaması kademeli olarak modellenerek her aşamada oluşan deformasyon hesaplanmıştır. Bu yöntem ile tünel kazısının zaman içerisindeki ilerleyişinin, tünel çeperlerinde oluşturacağı zamana bağlı deformasyonlar simule edilebilmektedir. Analiz sonuçları, deformasyon sınırları kullanılarak ilk destekleme sisteminin yapılacağı aşamayı belirlemek ve nihai tünel deformasyonunun oluşacağı aşamayı hesaplamak için kullanılmıştır.



Şekil 3. Oluşturulan Phase2 tünel modeli

Tablo 3. Aşamalara göre tüneldeki deplasman değeri ve elastisite modülleri

Aşama No	Çekirdek Elastisite Modulü (Mpa)	E azaltma yüzdesi (%)	Taç Kısmında Meydana Gelen Düşey Deplasman (m)
1	2500	100	0.00060891
2	2250	90	0.00098326
3	2000	80	0.0011894
4	1750	70	0.0013012
5	1500	60	0.0013629
6	**1250**	**50**	**0.001398**
7	1000	40	0.0014189
8	750	30	0.0014318
9	500	20	0.00144
10	250	10	0.0014452

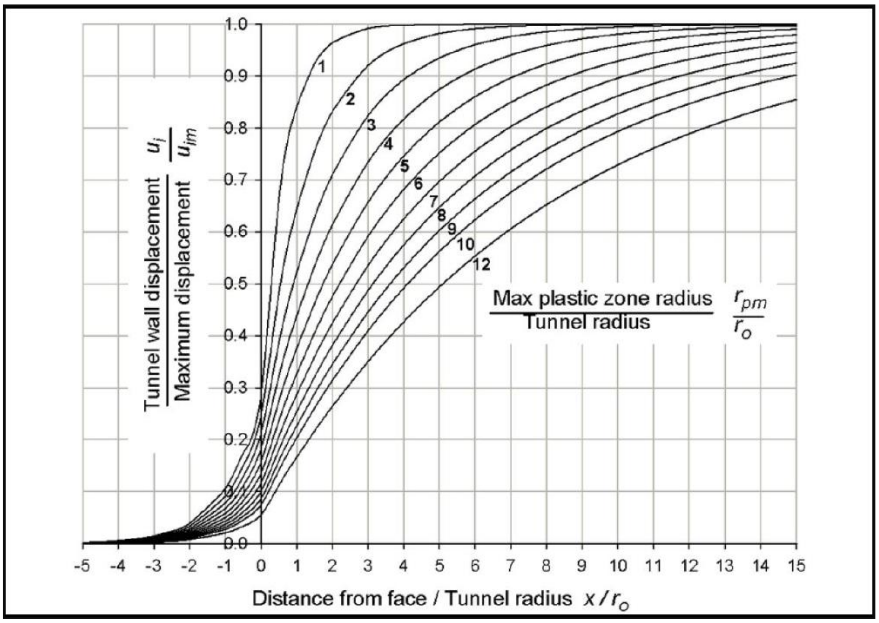


Şekil 4. Deplasman - kaya elastisite modülü eğrisi

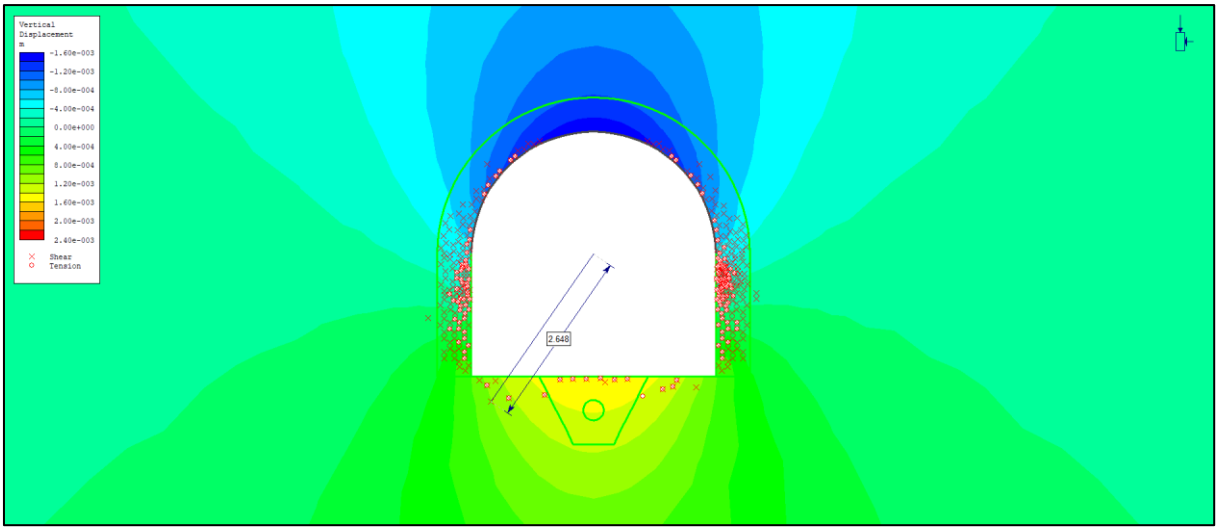
II. Yöntem - Vlachopoulos ve Diederich Yöntemi:

Vlachopoulos ve Diederich (2009), kazı kesitinin tünel yüzüne olan mesafesinin (X) tünel yarıçapına (R_t) oranı ile Tünel kazı çeperinin etrafında oluşacak plastik kaya zonu yarıçapının (R_p) tünel yarıçapına (R_t) oranının bilinmesi durumunda, destekleme sisteminin uygulanması gereken toplam tünel taç deformasyonu

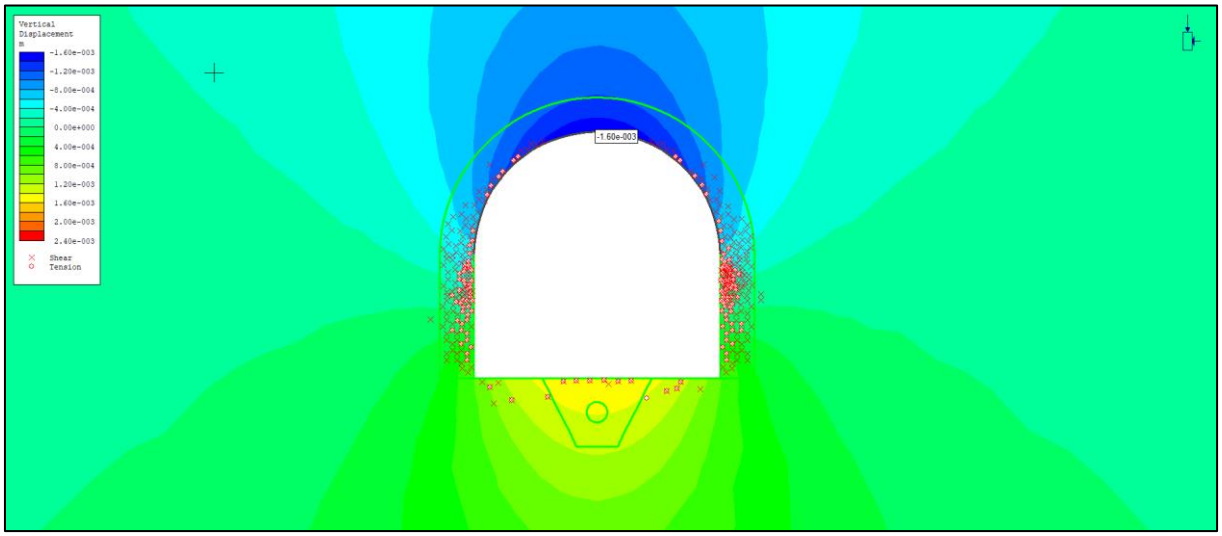
değerleri önermişlerdir. Elde edilen bu deformasyon miktarına göre gevşetme için kullanılacak olan elastisite modulü belirlenmiştir. Gerilme boşalma tekniği kullanılırken, ilk destekleme sisteminin kazı aynasından 2.00 m geride yapılmaya başlanacağı kabul edilmiştir. Bu yönteme göre tünel kaplamasının yapıldığı aşamadaki deformasyon ve gerekli elastisite modülü değeri aşağıda sunulmuştur.



Şekil 5. Boyuna deplasman profilleri (Vlachopoulos ve Diederichs, 2009)



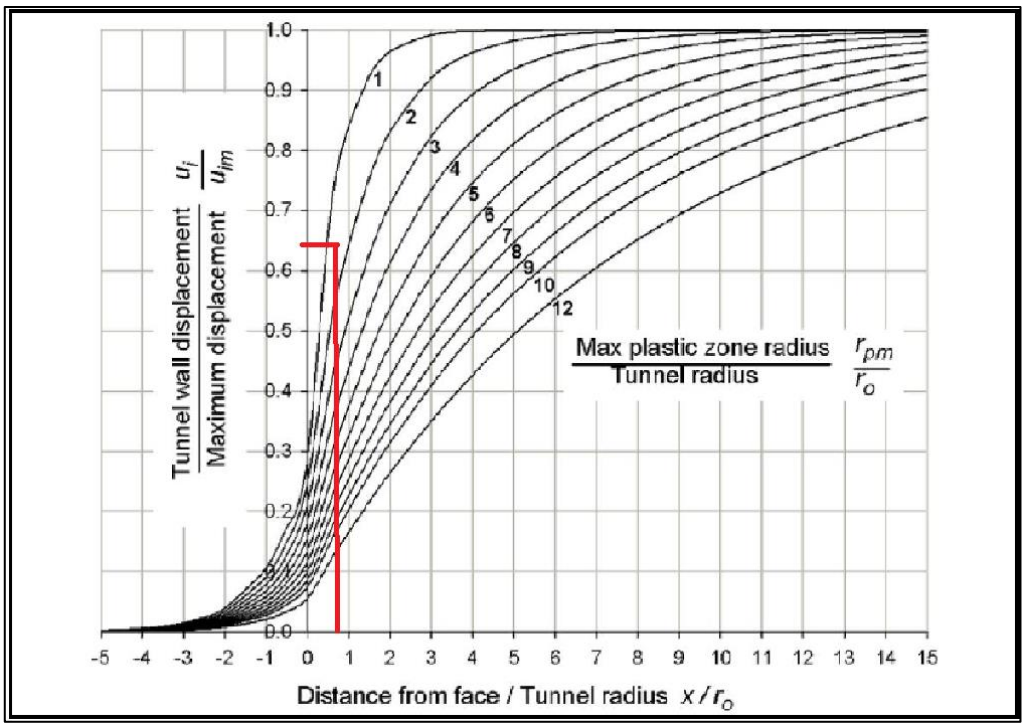
Şekil 6. Tünel kazı çevresinde oluşan plastik zon yarıçapı (r_{pm})



Şekil 7. Max.deplasman

Tablo 4. Analiz sonucu oluşan deplasman ve plastik zon yarıçapı özet tablosu

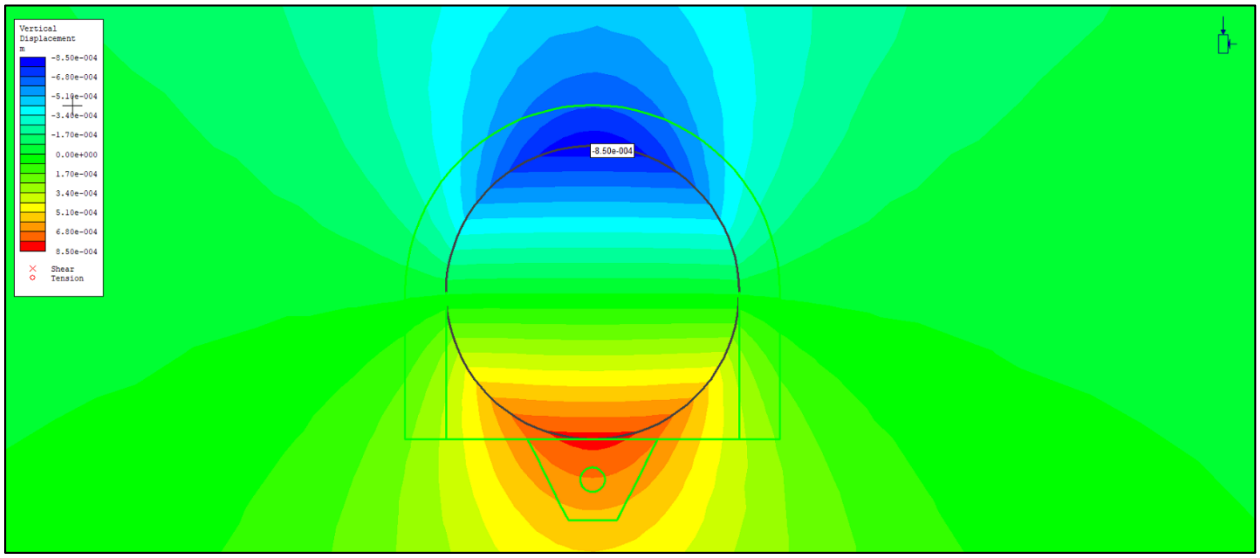
Tünel Yarıçapı, r_0 (m)	Max. Plastik yarıçap, r_{pm} (m)	r_{pm}	r_{pm}/r_0	Düşey Deplasman, u_{im} (mm)	Deformasyon Modulü D=0, E (MPa)	Deformasyon Modulü D=0.5, E (MPa)
1.8	2.65	2.65	1.47	1.60	5068.57	2562.78



Şekil 8. Deplasman profili

$$u_i/u_{im} = u \quad (1)$$

$$0.64 * 1.30 = 0.83$$



Şekil 9. Deformasyonu miktarının 0.85 mm'ye ulaşması

Tablo 5. Deformasyonu miktarının 0.85 mm'ye ulaştığı andaki elastisite modulü

u_i/u_{im}	Gevşeme anındaki düşey deplasman (mm)	Gevşeme anındaki Elastisite Modulü. E_{rel} (mPa)
0.64	0.85	1100.00

BULGULAR ve TARTIŞMA

Gevşetme aşamasına ait elastisite modülünün belirlenmesi için gerçekleştirilen 2 farklı analiz metodundan ilk yöntem olan convergence confinement tekniğinde gevşetme aşamasına ait elastisite modulü oluşturulan elastisite modulü–deplasman eğrisinin eğiminin değiştiği nokta dikkate alınarak, 6. aşamada ana kaya elastisite modulünün %50'si olarak 1250.00 mPa olarak bulunmuştur. İkinci yöntemde Vlachopoulos ve Diederich tarafından önerilen gerilme boşaltma tekniği kullanılarak ise gevşeme anındaki elastisite modülü değeri 1100.00 mPa olarak bulunmuştur.

SONUÇ

3 boyutlu kazı işlemlerinin 2 boyutlu analizlere uygun bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için kazısı yapılacak bölgenin rijitliğinin azaltılması gerekmektedir. Bu kapsamda convergence confinement tekniği ile çekirdek bölgesinde kademeli olarak elastisite modulü değerleri azaltılmış ve nihai tünel deformasyonunun oluşacağı aşama belirlenmiştir. Gerilme boşaltma tekniğinde ise Vlachopoulos ve Diederich (2009), tarafından önerilen eğri kullanılarak gevşetme için kullanılacak olan elastisite modülü belirlenmiştir. Yapılan analiz ve hesaplamalar neticesinde kazı bölgesine ait gevşeme anındaki elastisite modülleri sırasıyla 1250.00 mPa ve 1100.00 mPa olarak bulunmuştur. Bu durumda elde edilen elastisite modülleri arasındaki fark %12 olarak hesaplanmıştır. Her iki yönteme ait yapılan hesaplamalar neticesinde elde edilen elastisite modüllerinin birbirine yakın çıktığı belirlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaların gerçekleştirilmesi kapsamında, bilgi ve birikimlerini benden esirgemeyen değerli hocalarıma ve iş arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

Arıkan, M. A. S., (1991). Sonlu elemanlar metodunun mühendislikte uygulamaları. Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim CAD/CAM Semineri, TMMOB Makina Mühendisleri Odası.

Tekin,E. (2012). *Kohezyonsuz zeminlerdeki temellerin güvenirliğe dayalı tasarım optimizasyonu ve sığ* temellerin *deprem yükleri altında güvenirlik analizi,* Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Vlachopoulos, N. and Dıederıchs, M.S. (2009) Improved Longitudinal Displacement Profiles for Convergence Confinement Analysis of Deep Tunnels. Rock Mechanics and Rock Engineering, 42(2), pp. 131-146.

Yılmaz,I. (2007). Mühendislik jeolojisi ilkeler ve temel kavramlar.Ankara:Seçkin Yayınevi.219-225.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Numerical Investigation and Design Improvement of Circulation of a Biomass Fuelled Circulating Fluidized Bed Boiler by MFiX-PIC: Secondary Air Inlet Angle

Ahmet Keçeci[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6502-3172*), Hüseyin TOPAL[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7406-4398*)

[*1] Doğuş University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering, Istanbul, Türkiye.
[2] Gazi University, Faculty of Engineering, Mechanical Engineering, Ankara, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: akececi@dogus.edu.tr

Abstract
The thermal design of the operation conditions of a circulating fluidized bed steam boiler with biomass fuel (wood chips produced from forest wastes) and computational fluid dynamics numerical solution by MFiX-PIC have been made. In the study, the hydrodynamic structure of a steam boiler is located in the Marmara Region/Turkey was investigated. For the numerical model boundary conditions of the steam boiler in which the circulation is provided by u-beam separators, the pseudo-combustion model has been created. For the pseudo-combustion model, the flue gas composition at a temperature of 850°C was calculated analytically and the model was defined as the gas density. Solutions to existing or potential problems were sought by examining the gas and solid phase. It has been observed that the horizontal positioning of the secondary and tertiary air nozzles negatively affecting the boiler pipes and the upward velocities. Numerical solutions have been made with the placement of the secondary and tertiary air nozzles at an angle of -20° (vertical). It has been observed that the angular change of nozzle placement causes a very low change in the amount of solids under the secondary air zone (-3.77%), while it causes an increase of 202.69% in the amount of solids in the upper secondary air zone.

Keywords: Biomass, Circulating Fluidized Bed, Boiler, CFD, MFiX, PIC

INTRODUCTION

The use of fossil fuels for energy production disrupts the atmosphere balance and increases greenhouse gas emissions due to the release of carbon accumulated for many years into the atmosphere in a short time. However, biomass resources do not disturb the carbon balance in the atmosphere since the time between the generation and consumption of the resource is not too long. Especially during the growth of plant biomass, plants produce O_2 by photosynthesis and neutralize the CO_2 released by combustion in the life cycle (Srirangan, Akawi, Moo-Young, & Chou, 2012). Since biomass is the easiest renewable energy source to replace fossil fuels, efforts to transform existing fossil fuel systems are increasing (Schipfer & Kranzl, 2019).

Biomass combustion research has improved significantly in recent years. Although the experiments were seen as the primary method of operation at first, it was soon realized that the experiments were economically costly, time-consuming, and technically difficult, and the results were specific to the experimental facility. Unfortunately, the results obtained on the lab-scale had difficulty reflecting real facilities on a much larger scale.

Although the designs made with the thermodynamic equilibrium approach give analytical results regarding the working conditions of fluidized bed boilers, it is not sufficient to observe the problems and working conditions that may occur in any part of the boiler more comprehensively. Topal designed an RDF fuelled fluidized bed boiler with a thermal equilibrium approach and presented it with approximate cost calculations (Topal, 2018). With the development of the multi-phase computational fluid dynamics method, there have been great developments in lab-scale studies and industrial-scale studies. Gu et al. have studied scale-up characteristics of oxy-fuel combustion (from 0.1 MW_{th} to 330MW_e) using MP-PIC method with Barracuda VR software (Gu, Liu, Zhong, & Yu, 2020).

The two-fluid model (TFM) approach, in which solid and gas phases are considered as a continuous flow, forms the basis of multi-phase CFD studies. Considering that several studies have been done in the investigation of fluidized bed hydrodynamics and chemical reactions, the extensive knowledge is high and the calculation costs are lower, it has been seen that two-fluid model studies are still carried out today.

Coarse-grain DEM (Stroh vd., 2019) and Particle-in-Cell (PIC) (Clarke & Musser, 2020) methods are the most used methods among the methods developed and used in the literature to alleviate the high cost of the DEM methods.

The whole system can be investigated using CFD. In addition, it allows the investigation of certain parts of the system. Nakhaei et al. reviewed modelling of gas-solid cyclone separators (Nakhaei vd., 2020). There are several loop-seal CFD modelling studies. Also, there are several loop-seal CFD modelling studies in the literature with TFM, DEM, or PIC methods (Bandara vd., 2020; Basu & Butler, 2009; Peng vd., 2015; Zhao, Zhang, Liu, & Du, 2015). Nikolopoulos et al. compared TFM and coarse grain DEM in the case of a 1 MW_{th} fluidized bed simulation. They presented difference and common points of these methods. Also, they gave information about PIC method too (Nikolopoulos vd., 2017).

MATERIALS AND METHODS

The Eulerian-Lagrangian method particle-in-cell (PIC) in the Multiphase Flow with Interphase eXchanges (MFiX) 22.1 was used to study flow and particle behaviour in the fluidized bed.

While solid phases are modelled in the PIC method, particles with the same physical properties are transformed into statistically acceptable parcels with the approach that they will exhibit the same behaviour. In this method, particles that have different diameters with the same density should be defined as separate phases. For this reason, the determination of a single solid phase with a mean diameter approach for particle diameter distribution has been widely used in literature. In this study, several different diameters were selected to approximate the particle diameter distribution to reality. Figure 1 shows this statistical approach visually. (Clarke & Musser, 2020).

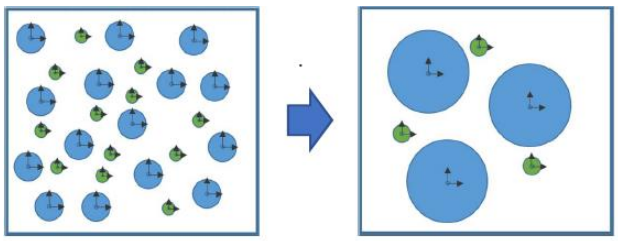


Figure 1 Visual concept of particle consolidation to computational parcels by type. (a) A single cell populated with particles. (b) The same single cell after a statistical weight has been applied to each particle type (Clarke & Musser, 2020)

The Navier-Stokes equations were slightly modified due to the presence of the solid phase. Gas volume fraction is defined as ε_f in the computational cell. Governing equations which continuity equations and momentum equations solved with MFiX-PIC are given below(ALTINSOY, KEÇECİ, & TOPAL, 2021; Clarke & Musser, 2020; Hartge, Ratschow, Wischnewski, & Werther, 2009; Vaidheeswaran, Gel, Clarke, & Rogers, 2021):

$$\frac{\partial}{\partial t}(\varepsilon_f \rho_f) + \nabla.(\varepsilon_f \rho_f \bar{u}_f) = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\varepsilon_f \rho_f \bar{u}_f) + \nabla \cdot (\varepsilon_f \rho_f \bar{u}_f \bar{u}_f) = -\varepsilon_f \nabla p + \nabla.\bar{\bar{\tau}}_f + \varepsilon_f \rho_f \bar{g} - \sum_{p=1}^{n_T} W_p \frac{V_p}{V_c} \beta_p (\vec{U}_f(\vec{x}_p) - \vec{U}_p) \tag{2}$$

Where W_p is the statistical weight, V_c and V_p are the volumes of fluid cell and particle, respectively. β_p is the drag force coefficient, $(\vec{U}_f(\vec{x}_p)$ is the gas velocity at parcel location, $\vec{U}_f$ and $\vec{U}_p$ is the parcel velocity. $\bar{\bar{\tau}}_f$ is the gas phase stress tensor:

$$\bar{\bar{\tau}}_f = 2\mu_f \bar{\bar{S}}_f, \quad \bar{\bar{S}}_f = \frac{1}{2}\left[\nabla \bar{u}_f + (\nabla \bar{u}_f)^T\right] - \frac{1}{3} \cdot \nabla \bar{u}_f \bar{\bar{I}} \tag{3}$$

In the PIC method, the particle collisions are not resolved directly, and the contact force is expressed as the gradient of the solids stress tensor (Clarke & Musser, 2020) as given by:

$$F_{contact} = \frac{\nabla \bar{\bar{\tau}}_s}{\varepsilon_s \rho_p} \tag{4}$$

Parcel motion equations:

$$\frac{d\vec{x}_p}{dt} = \vec{U}_p \tag{5}$$

$$\frac{d\vec{U}_p}{dt} = -\frac{\nabla p}{\rho_s} - \frac{\nabla p_s}{\varepsilon_s \rho_s} + \vec{g} + \frac{\beta_p}{\rho_s}(\vec{U}_f(\vec{x}_p) - \vec{U}_p) \tag{6}$$

Where p_s is the particle pressure:

$$p_s = \frac{P_s^* \varepsilon_s^\alpha}{\varepsilon_{s,\max} - \varepsilon_s} \tag{7}$$

where P_s^* ,α are PIC parameters, $\varepsilon_{s,\max}$ is the solid volume fraction at close pack.

The position and velocity of the parcels of solid particles is resolved by Newton's second law of motion. The interaction force in the momentum equations for gas-solid momentum transfer, I_{sg}:

$$I_{sg} = \beta_p(\overline{U_s} - \overline{U_f}) \tag{8}$$

Gidaspow Blend (Wen-Yu/Ergun) Drag Model

$$\beta = \begin{cases} \frac{3}{4} C_D \frac{\varepsilon_s \varepsilon_f \rho_f \left|\vec{u}_f - \vec{u}_s\right|}{d_p} \varepsilon_f^{-2,65} & \varepsilon_f \geq 0,8 \\ \frac{150\varepsilon_s(1-\varepsilon_f)\mu_f}{\varepsilon_f d_p^2} + \frac{1,75\rho_f \varepsilon_s \left|\vec{u}_f - \vec{u}_s\right|}{d_p} & \varepsilon_f \leq 0,8 \end{cases}$$

$$C_D = \begin{cases} \frac{24}{\mathrm{Re}(1+0,15\,\mathrm{Re}^{0,687})} & \mathrm{Re} < 1000 \\ 0,44 & \mathrm{Re} \geq 1000 \end{cases} \tag{9}$$

$$\mathrm{Re} = \frac{\varepsilon_f \rho_f \left|\vec{u}_f - \vec{u}_s\right| d_p}{\mu_f}$$

Thermal Design and Model

In the study, the hydrodynamic structure of a steam boiler that produces 50 t/h steam at 62 bar pressure, 450°C, and is located in the Marmara Region/Turkey was designed and investigated. For the numerical model boundary conditions of the steam boiler in which the circulation is provided by u-beam separators, the pseudo-combustion model has been created which is proposed by Adamczyk et al. [1]. For the pseudo-combustion model, the flue gas composition at a temperature of 850°C was calculated analytically and the model was defined as the gas temperature. The method used for the analytical calculation (Basu, Kefa, & Jestin, 2000) is the same as in Topal's (Topal, 2018) study. Calculated flue gas composition is given in Table 1.

Table 1 Analytical Results of Flue Gas Compositions

Parameter	**Value**
O_{2min}	0.8197701 Nm^3/kg-F
Excess air constant	1.4
V_{CO2}	0.7927701 Nm^3/kg-F
V_{SO2}	0
V_{NF}	0.0052 Nm^3/kg-F
V_{NA}	3.083897043 Nm^3/kg-F
V_{H2O} (Stoichiometric)	0.760207277 Nm^3/kg-F
Total flow rate of flue gas (V_{G0})	18.84726776 Nm^3/s
Total flow rate of flue gas at 850 (°C) (V_G)	77.53 m^3/s

The dimensions of the fluidized bed, whose geometry is given in the Figure 2, on the horizontal axis are 3836 mm x 2486 mm in the lower region while it was expanded to 3836 mm x 3746mm in the upper region.

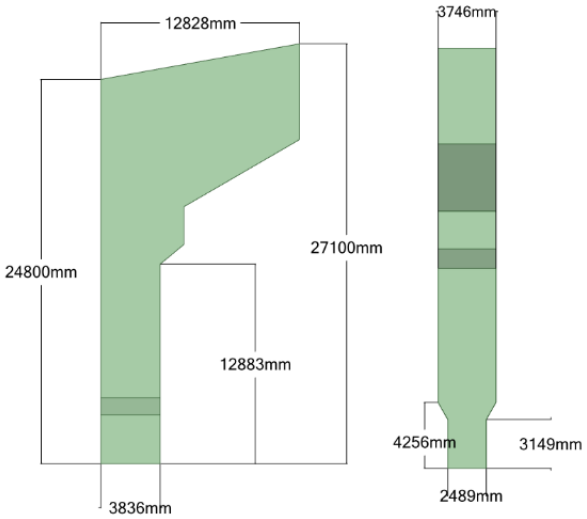


Figure 2 Geometry of the CFB Boiler

In the design, there is a wall (3,746 m. x 4,645 m.) separating the main bed area from heat transfer surfaces such as the superheater and economizer and providing circulation. In addition, 4 rows of u-beams were placed to prevent the solid particles moving in the horizontal direction from completely separating from the boiler. For secondary air supply, nozzles are placed on each surface at a distance of 0.5 m from the corners, 0.25 m from each other at 3 different heights (4.03 m., 5.33 m., 6.63 m.) as given in Figure 3.

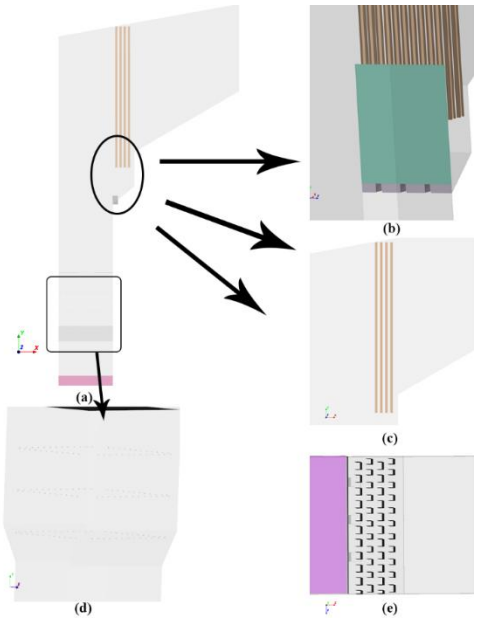


Figure 3 Illustration of the inner surface and point source regions for boundary conditions (a) fluidized bed overview (b) inner wall providing circulation (c) u-beams (d) secondary air nozzles (e) u-beam placement

For PIC simulation, five different grid number and five different statistical weight has been chosen and simulated. As a result of the validation study, 804540 grids and 25000 statistical weight were selected considering the cost and accuracy. PIC parameters and whole numerical modelling values are given in Table 2.

Table 2 Initial, boundary conditions and PIC parameters for CFD solution

Parameter	**Value**	**Parameter**	**Value**
Gas-solid drag model	Gidaspow blend (Wen-Yu/Ergun)	**Boundary Conditions**	
Grid number	804540	**Primary air boundary condition**	
Gas Phase (Flue Gas)		Gas volume fraction	1,0
Viscosity, μ (Pa.s)	$4{,}3450 * 10^{-5}$	Gas mass flow rate (kg/s)	18,18635
Density, ρ_g (kg/m^3)	0,3443	Pressure (kPa)	101,325
Solid Phase (Sand)		**Outlet Condition**	
Average particle diameter, d_p (μm)	750	Pressure (kPa)	100,825
Particle density, ρ_s (kg/m^3)	2400	**Wall Boundary Conditions**	
Statistical weight (particle/parcel), W_p	25000	Outer walls	No-Slip
Initial Conditions		Inner wall	Free-Slip
Sand bed height (m)	0,7	**Boundary Conditions for Point Sources**	
Operation Temperature, T_{op} (K)	1123,0	Gas mass flow rate (for each point source) (kg/s)	0,056713
Solid fraction in bed	0,55	Nozzle angles	Horizontally: 20° angle for both Vertically: 0° for condition 1, -20° for condition 2

RESULTS and DISCUSSION

In this section, the effect of secondary air angles is investigated by comparing two different design results. In the current design, which is also used while validating the numerical model, it is observed that the average velocities on the boiler walls are high. The time-averaged contours of the gas velocities on the boiler walls are given in Figure 4(a). High gas velocities also caused the particles to hit the walls at high speed, caused damage to the pipes (water walls) and the surrounding insulation material. Figure 4(b) shows the time-averaged gas velocity contours in the wall regions as a result of the design improvement suggestion. Contrary to Figure 4(a), where the nozzles are placed horizontally (-20°), it is seen in Figure 4(b) that the velocities in the wall region approach 0 m/s. The high velocities seen in the wall region in the bed expansion region are due to the placement of the secondary air supply nozzles.

When the time steps are examined, it is seen that the velocities are high in the middle regions as expected in the fluidized beds, but the velocities are constantly high in the wall regions from the secondary air supply points. It has been observed that the particles move close to the walls over the dense region. In addition, it was observed that the horizontal velocities of the particles almost adjacent to the wall were zero or close to zero, while the particles tended to approach the walls.

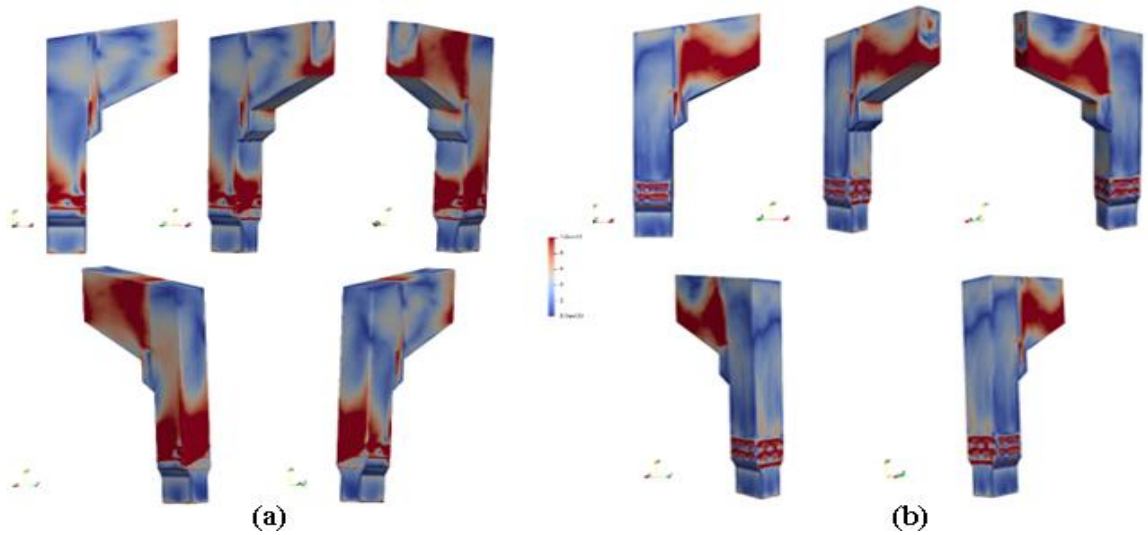


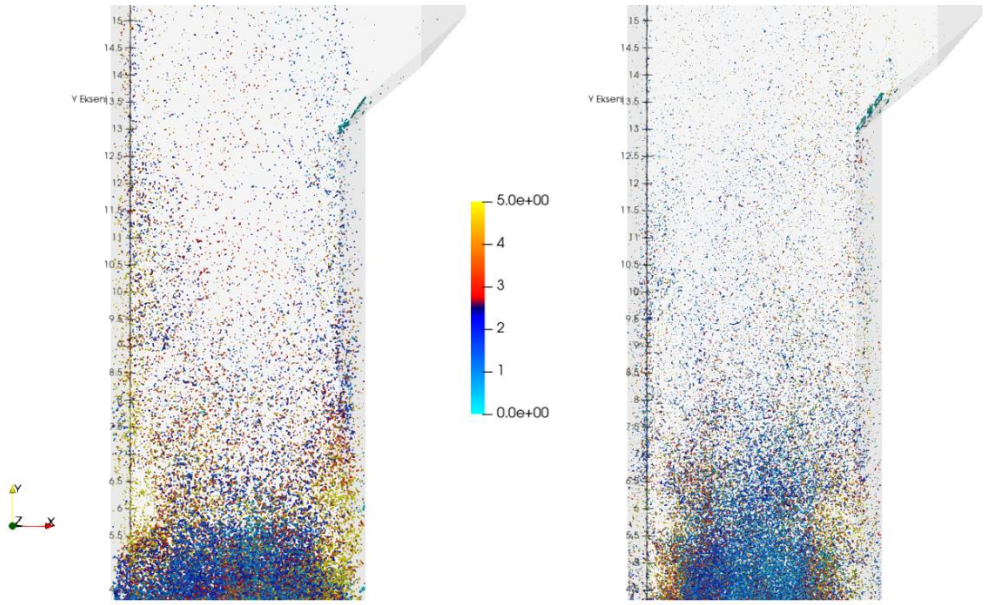
Figure 4 The time-averaged gas velocity values in the CFB boiler walls (a) existing design (b) design improvement (-20°) (Ug = 0 – 10+ m/s from blue to red)

In addition, it was observed that sufficient particles could not reach the return zone and the circulation could not be provided at a sufficient level. It is estimated that the reason for this is that the horizontal angled placement of the secondary air nozzles causes a decrease in their vertical velocity due to the particles losing their energy as a result of their interaction with the wall and each other.

The variation of the average particle mass for three different surfaces is given in Table 3. While calculating the mass amounts, the average value was taken into account by taking the particle mass at each time step from the determined surfaces. Since the height of H = 3 m is within the heights at which the bed remains constant after the primary air is supplied, no change in the amount of particles was observed in either case. However, when the H = 8 m and the return zone solids were examined, 202.69% and 247.017% increases were observed, respectively. These increased amounts show that the particles are transported to the top of the bed and the circulation is improved without the design change greatly changing the bed structure.

Table 3 Comparative average particle masses on three different surfaces for existing design and design improvement

	H = 3 m.	**H = 8 m.**	**Return Zone**
Existing design	176.1556 kg	1.95975 kg	0.02967 kg
Design improvement (-20°)	169.51519 kg	5.93203 kg	0.10296 kg
Variation	**-3.77%**	**+202.69%**	**+247.017%**



(a) **(b)**

Figure 5 Instantaneous distributions and velocity profiles of particles in the range H = 4.5 m - H = 15 m (t = 25 s) (a) existing design (b) design improvement

Figure 5 shows the results of two different numerical solutions for the current situation and design improvement. During operation, the fluidized bed rises to a range of 4 m. - 4.5 m, and at higher altitudes, splashes of particles are observed. In order to clearly observe the particle circulation, the range of 4.5 m – 15 m was investigated. In the current situation (Figure 5(a)), the high velocity of the particles close to the walls poses a problem as mentioned before. It is observed in Figure 5(b) that the particles are collected in the centre of the bed with the design change.

CONCLUSION

Experimental investigation of large-scale fluidized bed steam boilers is very difficult due to their operating conditions. For this reason, it is important to model existing systems. The high volatile carbon content of biomass increases the importance of secondary and tertiary air design. The present study offers a proposal for solving the problems thought to be caused by the secondary air supply. Turning the horizontal flow inlet down by -20° solved the horizontal velocity problems and increased the solids circulation. The MFiX-PIC model was suitable for studying large-scale fluidized bed hydrodynamics.
It is suggested that a parametric study can be done with different nozzle angles to expand the study.

REFERENCES

ALTINSOY, Y., KEÇECİ, A., & TOPAL, H. (2021). Determination of the Bed Hydrodynamics by MFIX-PIC in the Biomass Gasification Process of Circulating Fluidized Bed. *Gazi University Journal of Science Part A: Engineering and Innovation*, *8*(4), 552–569. https://doi.org/10.54287/gujsa.1030632

Bandara, J. C., Jayarathna, C., Thapa, R., Nielsen, H. K., Moldestad, B. M. E., & Eikeland, M. S. (2020). Loop seals in circulating fluidized beds – Review and parametric studies using CPFD simulation. *Chemical Engineering Science*, *227*, 115917. https://doi.org/10.1016/j.ces.2020.115917

Basu, P., & Butler, J. (2009). Studies on the operation of loop-seal in circulating fluidized bed boilers. *Applied Energy*, *86*(9), 1723–1731. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2008.11.024

Basu, P., Kefa, C., & Jestin, L. (2000). *Boilers and Burners*. New York, NY: Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-1250-8

Clarke, M., & Musser, J. (2020). *The MFiX Particle-in-Cell Method (MFiX- PIC) Theory Guide*. Morgantown, WV. https://doi.org/10.2172/1630414.

Gu, J., Liu, Q., Zhong, W., & Yu, A. (2020). Study on scale-up characteristics of oxy-fuel combustion in circulating fluidized bed boiler by 3D CFD simulation. *Advanced Powder Technology*, *31*(5), 2136–2151. https://doi.org/10.1016/j.apt.2020.03.007

Hartge, E. U., Ratschow, L., Wischnewski, R., & Werther, J. (2009). CFD-simulation of a circulating fluidized bed riser. *Particuology*, *7*(4). https://doi.org/10.1016/j.partic.2009.04.005

Nakhaei, M., Lu, B., Tian, Y., Wang, W., Dam-Johansen, K., & Wu, H. (2020, Şubat 1). CFD modeling of gas-solid cyclone separators at ambient and elevated temperatures. *Processes*, C. 8. MDPI AG. https://doi.org/10.3390/pr8020228

Nikolopoulos, A., Stroh, A., Zeneli, M., Alobaid, F., Nikolopoulos, N., Ströhle, J., … Grammelis, P. (2017). Numerical investigation and comparison of coarse grain CFD – DEM and TFM in the case of a 1 MWth fluidized bed carbonator simulation. *Chemical Engineering Science*, *163*, 189–205. https://doi.org/10.1016/j.ces.2017.01.052

Peng, Z., Doroodchi, E., Alghamdi, Y. A., Shah, K., Luo, C., & Moghtaderi, B. (2015). CFD-DEM simulation of solid circulation rate in the cold flow model of chemical looping systems. *Chemical Engineering Research and Design*, *95*, 262–280. https://doi.org/10.1016/j.cherd.2014.11.005

Schipfer, F., & Kranzl, L. (2019). Techno-economic evaluation of biomass-to-end-use chains based on densified bioenergy carriers (dBECs). *Applied Energy*, *239*(February), 715–724. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.01.219

Srirangan, K., Akawi, L., Moo-Young, M., & Chou, C. P. (2012). Towards sustainable production of clean energy carriers from biomass resources. *Applied Energy*, *100*, 172–186. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.05.012

Stroh, A., Daikeler, A., Nikku, M., May, J., Alobaid, F., von Bohnstein, M., … Epple, B. (2019). Coarse grain 3D CFD-DEM simulation and validation with capacitance probe measurements in a circulating fluidized bed. *Chemical Engineering Science*, *196*, 37–53. https://doi.org/10.1016/j.ces.2018.11.052

Topal, H. (2018). *Thermal Design of a Fluidized Bed Steam Boiler Using Refuse Derived Fuel (RDF) in Organic Rankine Cycle*. *5*(4), 173–189.

Vaidheeswaran, A., Gel, A., Clarke, M. A., & Rogers, W. A. (2021). Assessment of model parameters in MFiX particle-in-cell approach. *Advanced Powder Technology*, *32*(8), 2962–2977. https://doi.org/10.1016/J.APT.2021.06.011

Zhao, M., Zhang, N., Liu, X., & Du, W. (2015). Numerical simulation of loop seal for a circulating fluidized bed based on an improved EMMS bubbling model. *Powder Technology*, *284*, 443–451. https://doi.org/10.1016/j.powtec.2015.07.019

➢ *ORAL PRESENTATION*

In Silico Transposon Analysis Associated with EBR Treatment in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

Ebru Derelli Tufekci[1*] (*ORCID: https://orcid.org/* 0000-0003-1097-8574), Tugba Gurkok Tan[1] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0003-0599-5628)

[*1]Cankiri Karatekin University, Food and Agriculture Vocational School, Department of Field Crops, Cankiri, Turkey

*Corresponding author e-mail: ebru.derelli@gmail.com

Abstract

Oil plants have a very important place in animal and human nutrition in terms of protein, carbohydrates, minerals and fat content. Vegetable oils are one of the main nutrients in the nutrition ring that people should take in order to lead a healthier life. In addition, the need for vegetable oils, which is the core material of biodiesel, which is evaluated especially in the energy sector, is increasing its importance day by day. In this case, it is inevitable to increase the production of oil crops in all sustainable agricultural lands. Throughout the world, oil crops are cultivated in two ways as annual and perennial. Oil crops grown for one year; soybean, rapeseed, sunflower, sesame, safflower, peanut, flax and camelina, perennial plants such as olive, coconut, jojoba, cocoa, palm and avocado. Safflower is an oilseed plant grown in winter and summer, belonging to the genus Carthamus of the Asteraceae (Compositeae) family, which shows foreign pollination and is grown for one year. It contains 20-50% oil in the seeds of the safflower plant and the fact that it is approximately 90% (oleic and linoleic) in terms of total unsaturated fatty acids is proof of how important the quality of edible oil. Transposable elements (TEs) are the most abundant group of genomic elements in plants that can be found in genic or intergenic regions of their host genomes. Approximately 50–90% of plant genomes are composed of transposons. The genome movements created by transposons are called transpositions. In general, transposons are divided into two groups, retrotransposons and DNA transposons, according to their transposition mechanism in the genome. In this work, a subset of EBR treated TE families in safflower leaf tissue was defined, based on genome-wide transposon homology and annotation. Our results indicated that, the read numbers for TE subfamilies yielded different distributions between DNA and RNA transposons. Several crop species have been improved utilizing molecular markers in various crop breeding programs. However, for safflower, its genetics and genomics were less studied, which can explain the lack of reliable marker systems for use in the process of developing superior safflower cultivars. This study was conducted to evaluate the genetic diversity and population structure of safflower accessions using transposons as a start for further scientific investigations and practical breeding use cases.

Keywords: *Carthamus tinctorius*, transposon, brassinosteroid, EBR, in silico

INTRODUCTION

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is an important oilseed crop belongs to family Asteraceae. It is widely cultivated in semi-arid regions for its oil, foliage and flower. The safflower oil is rich in polyunsaturated fatty acids; it is edible and also medicinally valued (Dajue and Mundel, 1996). Carthamin, an orange-red dye, extracted from the petals of safflower used as a coloring agent in food and textile industry. The seeds of the safflower plant contain 20-50% oil and the fact that they are approximately 90% (oleic and linoleic) in terms of total unsaturated fatty acids proves how important the quality of edible oil is (Öztürk et al., 2008). In addition, since safflower oil has antioxidant properties and contains high tocopherol-containing vitamin E, it is likely to be included in the diets of cardiovascular patients. The fact that it is very effective in the amount of cholesterol is an indication that this plant is very valuable. After extracting the oil from the safflower seed, the remaining pulp takes its place in animal nutrition (Uğur, 2010). For this reason, it is very important in the raw material source of the vegetable oil and compound feed sector. It can also be used in animal nutrition, grazing, silage and hay making, feed industry, pulp making (it has an important place

in animal husbandry with its high protein rate of 25%), beekeeping and biodiesel production (İlkdoğan, 2012).

Transposons or transposable elements (TEs), are sequences of DNA that have the ability to be relocated within the genome. TEs, also known as transposons, are mobile genetic elements that enlarge prokaryotic and eukaryotic genomes (Wicker et al., 2007). McClintock (1950) initially cited the TEs as ‘‘controlling elements’’ because of their capability in effecting expression of nearby genes. Allelic variation for insertions of the transposable elements associated with stress-responsive expression can contribute to variation in the regulation of nearby genes. So novel insertions of transposable elements provide a potential mechanism for genes to obtain cis-regulatory impacts that could contribute to heritable variation for stress response. To cope with these stresses, they have evolved different defence systems during evolution. One of the adaptation for plants is genome expansion. Plants have larger genomes than other living organisms. Among plant species the size of the genome can vary about 2000-fold (Bennett et al., 2011). Also polyploidy may result genome expansion within plant species. These bursts can occur via environmental changes or stresses. This is explained by the burst of transposable elements (TEs) in their genome (Tenaillon et al., 2010; Casacuberta et al., 2013). Previously TEs have described as ‘’junk’’ or ‘’parasite’’ DNA sequences. However, now they approved as a source of genetic diversity and evolution. TEs can be defined as repetitive DNA sequences that can be transposed in host genomes with active or inactive sequences (Ramakrishnan et al., 2022). Till now with the advances in molecular biology and bioinformatic tools they have identified in many organisms. TEs are mobile genetic elements comprising large portions and a wide variety of eukaryotic genomes (Lisch, 2013). TEs are accountable for significant genomic variation in plants, whether within or between species (Catlin and Josephs, 2022).

TEs can change their localization via transposition in the genome and can be classified into two main classes according to their transposition mechanisms and evolutionary origins (Feschotte et al., 2002). One of it is Class I transposons (RNA transposons) are also called retrotransposons. They use mRNA as mediators and move via “copy-and-paste” mechanism. Firstly, RNA intermediate is transcribed from a genomic copy, then RNA intermediate reverse-transcribed into cDNA catalyzed by TE-encoded reverse transcriptase (RT). The copy inserted anywhere in the genome. This mechanism results in the formation of multiple copies in the genome. Class II (DNA transposons) use cut and paste replicative processes for their transposition. In this mechanism the copy is cut from its location and inserted into another region in the genome. Furthermore, TEs are classified according to their structural domains. Hence, beside two major classes there are nine orders and 29 super families based on their transposition mechanism and structure. (Kumar and Bennetzen, 1999; Wicker et al., 2007). Class I TEs are divided into five main orders: long terminal repeat/endogenous retrovirus elements (LTR retrotransposons), long interspersed nuclear elements (LINEs), short interspersed nuclear elements (SINEs), Penelope-like elements (PLEs) and Dictyostelium repetitive sequence elements (DIRS-like elements). LTR transposons are more abundant in plants than animals (Neumann et al., 2003). Different LTR retrotransposon families can be found predominantly in various plant species (SanMiguel et al., 1998). Class II TEs are classified as DDE, Crypton, Helitron, and Maverick/Polinton elements.

Brassinosteroids (BRs) can be synthesized in almost all parts of the plant. BRs are found in very low concentrations in various plant parts (such as pollen, seeds, leaves, stems, roots and flowers) (Rao et al., 2002). It is known that BRs are effective in plant growth and development and many other physiological events such as seed germination, rhizogenesis, flowering, maturation, cell expansion and elongation (Symons et al., 2006). During the studies carried out to determine the roles of BRs on physiological events in plants, it has been determined that an important function of these compounds is to correct or prevent the problems caused by various biotic and abiotic stress factors (Krishna, 2003). 2,4-Epibrassinolide (EBR) plays prominent roles in various physiological processes, including growth, differentiation and photosynthesis (Kim et al. 2012). As a potent plant growth regulator, EBR is used to increase the growth and yield of important agricultural crops (Khripach et al. 2000). It can also enhance plant tolerance to a variety of abiotic and biotic stresses (Xia et al. 2009; Sharma et al. 2013; Xi et al. 2013). For example, EBR application ameliorates the stress-induced inhibition of photosynthesis in tomatoes and cucumbers (Ogweno et al. 2008; Yu et al. 2004).

In this present study, we investigated a subset of EBR treated TE families in safflower was defined, based on genome-wide transposon homology and annotation. Based on our data TE genes play an important role in the regulation of safflower plant mechanisms.

MATERIALS AND METHODS

RNA-Seq data use in study

The Illumina RNA-HiSeq reads sequences were obtained from NCBI Short Read Archive. The untreated-control (C) and EBR treatment reads sequences were retrieved from NCBI Short Read Achieve (SRA) database (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sra) under accession number SRX8174604 and SRX8174605, respectively (Prasad et al., 2022). The sequenced read length for forward and reverse sequences of paired-end data is 100 bp in length. All readings were obtained in raw sequence data as ".sra" format and converted to "fastq" format for Illimuna by the NCBI (National Center for Biotechnology Information) SRA Toolkit. Lowquality reads and those containing adapter were removed from raw data using in-house Perl scripts. All subsequent analyses were performed on high-quality clean data. Transcriptome assembly for cleaned data was performed in Trinity with default parameters (Grabherr et al., 2011). For sequence mapping, all clean reads were aligned to the reference database using the SOAPaligner/SOAP2 v2.20 program (Xie et al., 2014). To identify the TEs responsive to drought stress, we used Basic Local Alignment Search Tool (BlastN 2.13.0) to search against all sequences of transposons in Repbase database (version 20160829) by using 1e-10 E-value as a cutoff point. Repbase is known as a worldwide reference standard for annotating the existence of repetitive DNA in genomic data.

RESULTS and DISCUSSION

Transposable elements are a major component of many eukaryotic genomes, and constitute the majority of plant nuclear DNA. Previous studies in several plant species have suggested that at least some families of transposable elements may become transcriptionally activated following environmental stress (Makarevitch et al., 2015). In this present study in silico identification of TEs were performed in transcriptome libraries of control and EBR-treated safflower plants. Read numbers of TEs in control and EBR-treated libraries were 11.723 and 11.776, respectively (Figure 1).

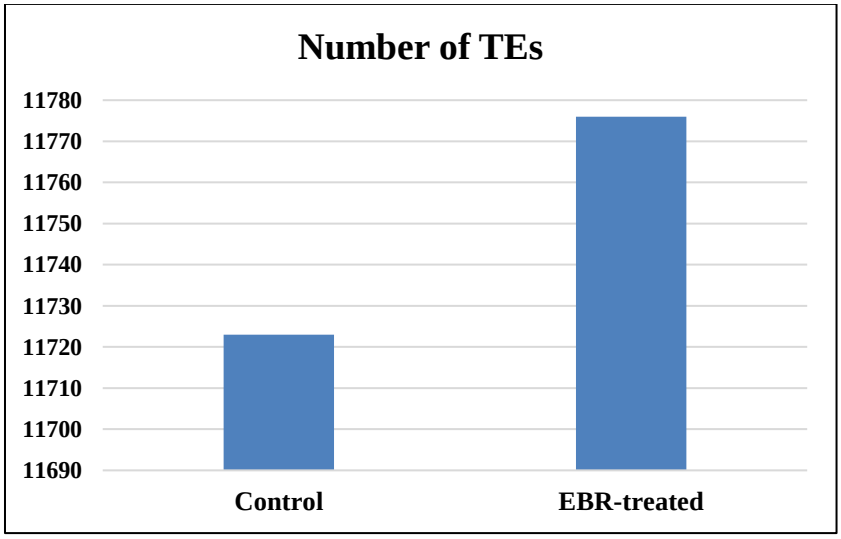


Figure 1. The numbers of transposons obtained from RNA-seq libraries of control and EBR-treated samples

When read numbers of TEs were taken into account it can be said that TEs expressed higher in EBR-treated samples than control samples. The read numbers for TE subfamilies yielded different distributions between DNA (Class II) and RNA (Class I) transposons. In both groups, the number of RNA (Class I); LINE/L1, LTR/Gypsy, LTR Copia, SINE; transposons is higher than that of DNA (Class II); DNA/CMC-EnSpm, DNA/hAT, DNA/MuDR, DNA/PIF-Harbinger transposons (Figure 2,3).

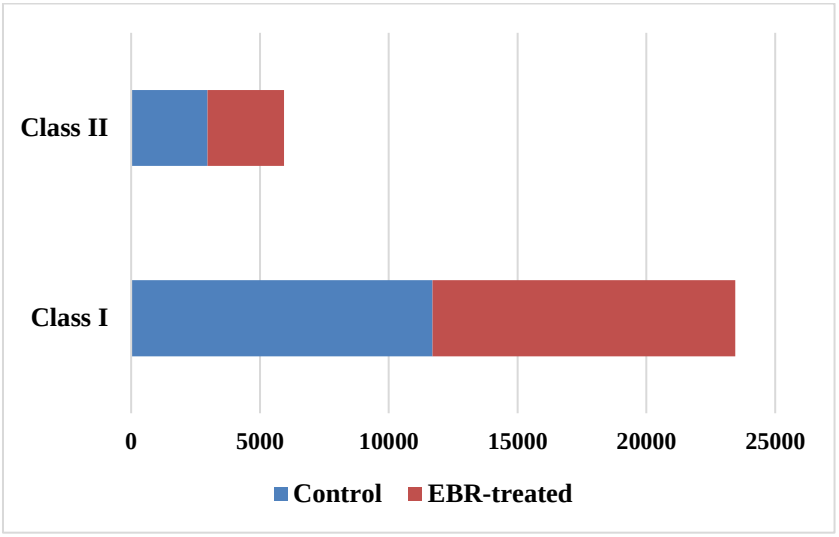


Figure 2. The read numbers for TE subfamilies different distributions between DNA (Class II) and RNA (Class I) transposons

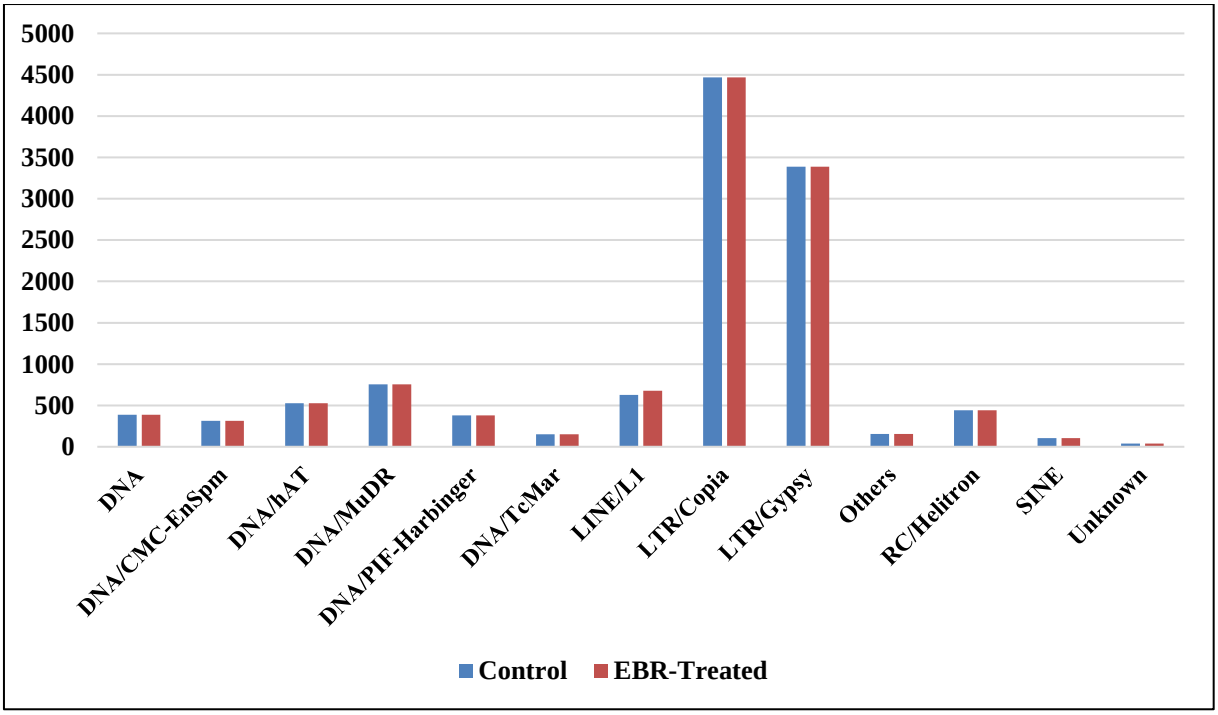


Figure 3. The numbers of DNA and RNA transposons obtained from RNA-seq libraries of Control and EBR-treated samples

A slight reduction was observed in the read numbers of RNA TEs such as Gypsy, Copia and LTR, TEs after EBR treatments, comparing to control. Interestingly, EnSpm, hAT and Harbinger showed incremental ratios after EBR treatment revealed a declined pattern in addition (Figure 3). Also retrotransposon LTR/Copia, LTR/Gypsy and LINE families showed significant transcription activity in EBR-treated libraries. Mariner families showed no significant transcription activity while SINE and MuDR families showed lower transcriptionally activity under EBR-treated conditions. These results supported that genome and transcriptome orientation by transposon activity might have a role in adaptation and regulation of stress response (Negi et al., 2016). Besides, regulation of epigenetic mechanisms has an impact on transcriptional activity of TEs in the water deficit (Makarevitch et al., 2015). Although DNA transposon's transcription

activity is controlled strongly, several retrotransposons become transcriptionally active under some stresses like drought stress, wounding or other abiotic stresses (Grandbastien, 1997; Takeda et al., 1998; Capy et al., 2000). But in this current study, it was observed that RNA transposons more active than DNA transposons. In addition retrotransposon classes such as Copia and Gypsy might play an active role in safflower since plenty of transcript encoding them was identified in the libraries.

CONCLUSION

In this present study, TE families was profiled to understand the molecular mechanisms occurred during the EBR-treated and control samples. As a result of that study it was observed that water deficit affected the transcriptional activity of several transposons. The analysis of TEs will provide useful information about mobility genetic elements roles in potato under the drought stress. This study is also valuable for the further researches of TE-mediated gene mutation and contributes to elucidating the roles of TEs in plant genome evolution. Identification of TEs which are taking part in stress can offer useful information for functional genomics and designing novel breeding strategies in developing stress tolerant plants.

REFERENCES

Bennett MD, Leitch IJ 2011. Nuclear DNA amounts in angiosperms: targets, trends and tomorrow. *Annals of Botany*, 107: 467-590.

Capy P, Gasperi G, Biémont C, Bazin C 2000. Stress and transposable elements: co-evolution or useful parasites? *Heredity*, *85*(2): 101-106.

Catlin NS, Josephs EB. 2022. The important contribution of transposable elements to phenotypic variation and evolution. *Current Opinion in Plant Biology*, 65: 1-6.

Casacuberta E, González J. 2013. The impact of transposable elements in environmental adaptation. Molecular Ecology, 22: 1503-1517.

Dajue L, Mundel H 1996. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben.

Feschotte C, Jiang N, Wessler SR 2002. Plant transposable elements: where genetics meets genomics. *Nat Rev Genet* 3(5):329–341.

Grabherr MG, Haas BJ, Yassour M, Levin JZ, Thompson DA, Amit I, Adiconis X, Fan L, Raychowdhury R, Zeng Q, Chen Z, Mauceli E, Hacohen N, Gnirke A, Rhind N, di Palma F, Birren, BW, Nusbaum C, Lindblad-Toh K, Regev A 2011. Full-length transcriptome assembly from RNA-Seq data without a reference genome. *Nature Biotechnology*, 29(7): 644-652.

Grandbastien MA, Lucas H, More JB, Mhiri C, Vernhettes S Casacuberta JM 1997. The expression of the tobacco Tnt1 is linked to the plant defence responses. *Genetica*, *100*(1): 241-252.

İlkdoğan U 2012. Türkiyede Aspir Üretimi Için Gerekli Koşullar ve Oluşturulacak Politikalar (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı. 108 s.

Kim TW, Michniewicz M, Bergmann DC, Wang ZY 2012. Brassinosteroid regulates stomatal development by GSK3-mediated inhibition of a MAPK pathway. *Nature*, 482:419-422.

Khripach V, Zhabinskii V, de Groot A 2000. Twenty years of brassinosteroids: steroidal plant hormones warrant better crops for the XXI century. *Annals of Botany* 86: 441-447.

Krishna P 2003. Brassinosteroid-Mediated Stress Responses. *Journal of Plant Growth Regulators*, 22, 289-297.

Kumar A, Bennetzen J 1999. Plant retrotransposons. *Annu. Rev. Genet*, 33: 479-532.

Lisch D 2013. How important are transposons for plant evolution? *Nature Reviews Genetics*, 14(1): 9-61.

Makarevitch I, Waters AJ, West PT, Stitzer M, Hirsch CN, Ross-Ibarra J, Springer NM 2015. Transposable Elements Contribute to Activation of Maize Genes in Response to Abiotic Stress. *PLoS Genetics*, *11*(10): 1-12.

McClintock B 1950. The origin and behavior of mutable loci in maize. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *36*(6): 344-355.

Negi P, Rai AN, Suprasanna P 2016. Moving through the Stressed Genome: Emerging Regulatory Roles for Transposons in Plant Stress Response. *Frontiers in Plant Science*, *7*(1448): 1-20.

Neumann P, Pozarkova D, Macas J 2003. Highly abundant pea LTR retrotransposon Ogre is constitutively transcribed and partially spliced. Plant Mol. Biol. 53: 399-410.

Ogweno JO, Song XS, Shi K, Hu WH, Mao WH, Zhou YH, Yu JQ, Nogués S 2008. Brassinosteroids alleviate heat-induced inhibition of photosynthesis by increasing carboxylation efficiency and enhancing antioxidant systems in *Lycopersicon esculentum*. *J Plant Growth Regul*, 27: 49-57.

Öztürk E, Özer H, And Polat T 2008. Growth and Yield of Safflower Genotypes Grown Under Irrigated and Non-Irrigated Conditions in a Highland Environment. Plant Soil Environment, 54(10): 453-460.

Prasad BD, Sahni S, Krishna P, Kumari D, Mahato AK, Jambhulkar SJ, Kumar P, Ranjan T, Pal, AK 2022. De novo transcriptome assembly and identification of brassinosteroid biosynthetic pathway in safflower. *Journal of Plant Growth Regulation*, *41*(4): 1854-1870.

Ramakrishnan M, Satish L, Sharma A, Vinod KK, Abolghassem E, Zhou M, Wei Q 2022. Transposable elements in plants: Recent advancements, tools and prospects. *Plant Mol Biol Rep*, 40(4): 628-645.

Rao SSR, Vardhini BV, Sujatha E, Anuradha S 2002. Brassinosteroids-a new class of phytohormones, *Current Science*, 82(10): 1239-1245.

SanMiguel P, Gaut BS, Tikhoniv A, Nakajima Y, Bennetzen JL 1998. The paleontology of intergene retrotransposons in maize. *Nature Genet*, 20: 43-45.

Sharma I, Ching E, Saini S, Bhardwaj R, Pati PK 2013. Exogenous application of brassinosteroid offers tolerance to salinity by altering stress responses in rice variety Pusa Basmati-1. *Plant Physiol Biochem*, 69:17-26.

Symons GM, Davies C, Shavrukov Y, Dry IB, Reid JB, Thomas MR 2006. Grapes on Steroids, Brassinosteroids are Involved in Grape Berry Ripening. *Plant Physiology*, 140: 150-158.

Takeda S, Sugimoto K, Otsuki H, Hirochika H 1998. Transcriptional activation of the tobacco retrotransposon Tto1 by wounding and methyl jasmonate. *Plant* Molecular Biology, *36*(3): 365-376.

Tenaillon MI, Hollister JD, Gaut BS 2010. A triptych of the evolution of plant transposable elements *Trends Plant Sci*, 15: 471-478.

Uğur E 2010. Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği Sunumu. Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Bitkisel Yağlar Konferansı. 15 Eylül. İstanbul.

Wicker T, Sabot F, Hua-Van A, Bennetzen JL, Capy P, Chalhoub B, Flavell A, Leroy P, Morgante M., Panaud O, Paux E, SanMiguel P, Schulman AH 2007. A unified classification system for eukaryotic transposable elements, *Nature Review Genetics*, *8*(1): 973-982.

Xi ZM, Wang ZZ, Fang YL, Hu ZY, Hu Y, Deng MM, Zhang ZW 2013. Effects of 24-epibrassinolide on antioxidation defense and osmoregulation systems of young grapevines (*V. Vinifera* L.) under chilling stress. *Plant Growth Regu,l* 71: 57–65.

Xia JX, Huang LF, Zhou YH, Mao HW, Shi K, Wu JX, Asami T, Chen ZX, Yu JQ 2009. Brassinosteroids promote photosynthesis and growth by enhancing activation of Rubisco and expression of photosynthetic genes in *Cucumis sativus*. *Planta*, 230: 1185–1196.

Xie Y, Wu G, Tang J, Luo R, Patterson J, Liu S, Wang J 2014. SOAPdenovo-Trans: de novo transcriptome assembly with short RNA-Seq reads. *Bioinformatics*, 30(12): 1660-1666.

Yu JQ, Huang LF, Hu WH, Zhou YH, Mao WH, Ye SF, Nogués S 2004. A role for brassinosteroids in the regulation of photosynthesis in *Cucumis sativus*. *J Exp Bot*, 55: 1135-1143.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Tissue Specific Gene Expression Analysis of ABC Transporter Gene Family in Different Opium Poppy Cultivars.

Tugba Gurkok Tan[1*] *(ORCID: https://orcid.org/*0000-0003-0599-5628*)*, Ebru Derelli Tufekci[1] *(ORCID: https://orcid.org/* 0000-0003-1097-8574*)*

[*1]Cankiri Karatekin University, Food and Agriculture Vocational School, Department of Field Crops, Cankiri, Turkey

Corresponding author e-mail: t.gurkok@gmail.com

Abstract

Living organisms produce a wide variety of secondary metabolites for adaptation to the environment or to protect themselves from enemies. Since these metabolites have to function in a suitable tissue at the right time or may be toxic to the living thing, their biosynthesis and transport must be regulated. ABC transporters are one of the largest protein families found in all living organisms. ATP-binding cassette (ABC) proteins are the transporter proteins that enable compound exchange across many different biological membranes using the energy released from ATP hydrolysis. Opium poppy (*Papaver somniferum* L.) is one of the most medically important plant because of producing benzylisoquinoline alkaloids (BIAs) such as morphine, codeine and noscapine. In opium poppy, BIA biosynthesis occurs in stem tissue and accumulates in capsule. These processes comprise three phloem cell types and involves in the translocation of key pathway intermediates between sieve elements and laticifers. In this study *in silico* transcriptome-wide tissue specific gene expression analysis of ABC transporter genes was performed in two different opium poppy Munich and HN1 cultivars that produce morphine and noscapine as major alkaloid, respectively. 11 differentially expressed ABC transporter family members were detected in Munich cultivar while 21 members were found in HN1. The fold changes of the genes ranged from -8 to 6 between capsule and stem tissues in Munich cultivar and -10 to 7 in HN1 cultivar. Five transcripts were shared between Munich and HN1 cultivars. Results showed that especially ABCG subfamily transcripts differentially expressed between tissues. Besides different major alkaloid producing cultivars displayed different expression patterns. This suggests that different alkaloids can be transported with different ABC transporter proteins in opium poppy.

Keywords: ABC proteins, gene expression, opium poppy, transcriptome

INTRODUCTION

Secondary metabolites have various functions in plants, such as the development process, adaptation to the environment or defence. As they can function in the produced part, they can also function away from the place where they are produced. For this reason, their transportation or accumulation in the relevant place requires important transport systems. (Larsen et al., 2017). Various studies have proposed different transport mechanisms for the secondary metabolites, like simple diffusion, transporter-mediated membrane transport and vesicle-mediated transport. Different carrier protein groups also take place for these mechanisms. There are 4 carrier protein families that have been identified for the transport of secondary metabolites so far. The classification of these transporters is nitrate-peptide transporter (NRT), purine permease (PUP), multidrug and toxic compound extrusion (MATE) and ATP-binding cassette (ABC) transporter families (Nour-Eldin et al., 2013; Takanashi et al., 2014; Jelesko, 2012; Yazaki et al., 2009).

ABC transporters are one of the largest families of proteins found in a wide variety of organisms, both in prokaryotes and eukaryotes (Henikoff et al., 1997). Many years ago, it was thought that eukaryotic ABC transporters are involved in the extrusion of compounds from the cytosol, as they are involved in cellular detoxification. Now it is known that ABC transporters are present in most cell membranes, plastidal, peroxisomal and mitochondrial membranes (Kretzschmar et al., 2011). ABC transporters are the importers and exporters which use energy obtained from ATP hydrolysis. Most ABC proteins involves transmembrane domain which catalyses the ATP hydrolysis and nucleotide binding domain that facilitates

the translocation of the substrates (Locher, 2009). According to the sub-domains, plant ABC proteins are classified into 8 subfamilies (ABCA-ABCG and ABCI; ABCH is absent in plants) (Sharom et al., 2011).

In plants alkaloids can be transported inter-organ, intercellular, and intra-cellular. (Shitan and Yazaki 2007). Biosynthesis of alkaloids may occur in different cell types within an organ, and transporter proteins transport pathway intermediates between the cells or tissues. Beaudoin and Facchini (2014) thought that thebaine, which is an intermediate of morphine. In opium poppy, is transport from sieve elements to laticifers before the synthesis of morphine.

Opium poppy (*Papaver somniferum L.*) is an annual plant with 2n=22 chromosomes and traditionally grown in Turkey (TMO, 2017). It is an important plant for its benzylisoquinoline alkaloids (BIA). It synthesizes more than 100 alkaloids. Morphine, noscapine, berberine, sanguinarine and papaverine are the most known members. BIA biosynthesis is a very complex pathway since the variety of the alkaloids (Singh et al., 2019). The BIA biosynthesized in the stem and transported to the different tissues such as capsule and root. For example, whereas morphine and noscapine accumulated in capsule, berberine and sanguinarine accumulated in roots (Yazıcı, 2017).

However, unlike primary metabolites, there is insufficient data on the transport mechanisms of these metabolites. In this study, we performed the gene expression analysis of ABC transporter families in two cultivars producing different major alkaloids Munich (morphine) and HN1 (noscapine).

MATERIALS AND METHODS

Data Collection

Publicly available transcriptomic datasets were downloaded from NCBI Short Read Achieve (SRA) database (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/sra) under bioproject number PRJEB8056 (Munich) and PRJNA435962 (HN1).The analysis were conducted using the RNA-seq libraries ERX651056 (capsule) and ERX651082 (stem) for Munich cultivar and SRX3742160 (capsule) and SRX3742161 (stem) for HN1 cultivar.

Data Mining

First all the reads were converted to “fastq” format using SRA Toolkit. The adaptor sequences and uncertain nucleotides were discarded. Low quality nucleotides filtered by CASAVA software (version 1.8.2, Illumina, Hayward, CA). With the remaining sequences the transcriptome libraries assembled using Cufflinks software version v2.2.1 (Trapnell et al., 2010). After assembly the libraries mapped to P. somniferum genome using HISAT2 v2.0.5 with default parameters (Kim et al., 2015). ANNOVAR was used to annotate the transcripts.

Identification of Differentially Expressed Genes (DEG)

We performed differential expression analysis (DEA) with obtained data between the capsule and stem samples of each cultivar, induvially using Cuffdiff. The transcripts with an adjusted p-value ≤ 0.05 and log2 fold change (log_2FC) ≥ 2 were identified as upregulated and $log_2FC \leq 2$ were selected as downregulated transcripts.

RESULTS and DISCUSSION

DEA was conducted to evaluate the expression patterns between the transcriptome libraries of each cultivars' database. The library of each cultivar was analysed within itself, between capsule and stem tissues.

1. Transcripts detected in Munich cultivar

In total there were 11 transcripts found to be differentially expressed. The results showed 6 downregulated and 5 upregulated genes were detected in Munich cultivar. While the most down-regulated transcript was *XM_026530396.1* (*ABC transporter A family member 2-like isoform X2*), the most up-regulated transcript was *TCONS_00097823* (*ABC transporter F family member 3*). The expression level was ranged from -8 to +6 (Table 1). The annotation of the transcripts revealed that 5 of the transcripts (46%) were belong to the ABCG subfamily. The others were 1 ABCA, 1 ABCB, 2 ABCCs, 1 ABCF and 1 ABCI.

Table 1. Differentially expressed genes detected in Munich cultivar

transcript_id	Gene_id	log2 fold	p value	gene_description	Subfamily
XM_026530396.1	LOC113281610	-8	5,29E-02	ABC transporter A family member 2-like isoform X2	ABCA
XM_026528517.1	LOC113279866	-6	5,00E-05	ABC transporter G family member 9-like	ABCG
TCONS_00087347	LOC113303660	-4	1,83E-02	ABC transporter G family member 32-like	ABCG
XM_026594587.1	LOC113350452	-4	4,07E-02	ABC transporter G family member 22-like	ABCG
XM_026570485.1	LOC113322405	-4	4,76E-02	ABC transporter C family member 10-like	ABCC
XM_026545326.1	LOC113296956	-2	2,74E-02	ABC transporter G family member 25-like	ABCG
XM_026593475.1	LOC113349504	+3	2,03E-02	ABC transporter I family member 19-like	ABCI
XM_026521232.1	LOC113362827	+3	1,12E-02	ABC transporter B family member 4-like	ABCB
XM_026547394.1	LOC113298611	+4	5,44E-02	ABC transporter G family member 28-like	ABCG
TCONS_00007753	LOC113285264	+5	2,97E-02	ABC transporter C family member 2-like	ABCC
TCONS_00097823	XLOC_059854	+6	4,50E-04	ABC transporter F family member 3	ABCF

2. Transcripts detected in HN1 cultivar

In HN1 cultivar we found 21 differentially expressed transcripts. Among these transcripts 11 transcripts showed down-regulation and 10 transcripts showed up-regulation. The results showed that *XM_026521232.1* (*ABC transporter B family member 4-like*) was significantly down-regulated when we compare capsule vs stem hence we can say that this transcript expressed highly in stem than capsule. On the other hand, TCONS_00096438 (*ABC transporter G family member 32-like*) was found to be highly expressed in capsule than stem. The expression level was ranged from -10 to +7. Putatively encoding ABC transporters, including 3 ABCAs, 5 ABCBs, 2 ABCCs and 11 ABCGs were identified (Table 2).

Table 2. Differentially expressed genes detected in HN1 cultivar

transcript_id	gene_id	log2 fold	p value	gene_description	Subfamily
XM_026521232,1	LOC113362827	-10	3,48E-02	ABC transporter B family member 4-like	ABCB
XM_026594586,1	LOC113350452	-5	5,39E-02	ABC transporter G family member 22-like	ABCG
XM_026562051,1	LOC113313296	-4	5,00E-05	ABC transporter G family member 6-like	ABCG
XM_026538070,1	LOC113288918	-4	3,37E-02	ABC transporter B family member 25, mitochondrial-like	ABCB
TCONS_00059782	XLOC_034769	-4	3,42E-02	ABC transporter C family member 5	ABCC
XM_026535742,1	LOC113287077	-4	2,19E-02	ABC transporter G family member 11-like isoform X1	ABCG
XM_026601515,1	LOC113358016	-4	1,26E-02	ABC transporter B family member 11-like	ABCB
XM_026532346,1	LOC113283170	-3	2,45E-03	ABC transporter G family member 11-like isoform X1	ABCG
XM_026532371,1	LOC113283186	-3	3,95E-02	ABC transporter G family member 11-like isoform X2	ABCG
XM_026557887,1	LOC113309469	-3	5,14E-02	ABC transporter B family member 1-like	ABCB
XM_026532369,1	LOC113283193	-2	4,30E-02	ABC transporter G family member 25-like	ABCG
XM_026569678,1	LOC113321762	+3	3,20E-02	ABC transporter C family member 10-like	ABCC
XM_026548768,1	LOC113299693	+4	1,79E-02	ABC transporter G family member 32-like	ABCG
XM_026571504,1	LOC113323220	+4	1,85E-03	ABC transporter G family member 4-like	ABCG
XM_026530396,1	LOC113281610	+4	1,33E-02	ABC transporter A family member 2-like isoform X2	ABCA
TCONS_00022731	XLOC_013625	+4	3,48E-02	ABC transporter B family member 11	ABCB
TCONS_00119646	LOC113319689	+4	5,16E-02	ABC transporter A family member 7-like isoform X3	ABCA
TCONS_00044926	XLOC_026184	+4	2,81E-02	ABC transporter A family member 11	ABCA
XM_026528517,1	LOC113279866	+5	5,00E-05	ABC transporter G family member 9-like	ABCG
TCONS_00110614	XLOC_063745	+5	1,86E-02	ABC transporter G family member 28	ABCG
TCONS_00096438	LOC113303660	+7	2,16E-02	ABC transporter G family member 32-like	ABCG

Between Munich and HN1 cultivars 5 transcripts (*LOC113279866*, *LOC113281610*, *LOC113303660*, *LOC113350452* and *LOC113362827*) were found to be common. The expression patterns of these transcripts showed significant differences except for *LOC113350452* (Figure 1). The transcript showing the most change was determined as *LOC113362827*. The subfamilies of the ABC transporters were ABCG (3), ABCA (1) and ABCB (1). *LOC113362827* gene encodes the transcript corresponding to ABCB subfamily.

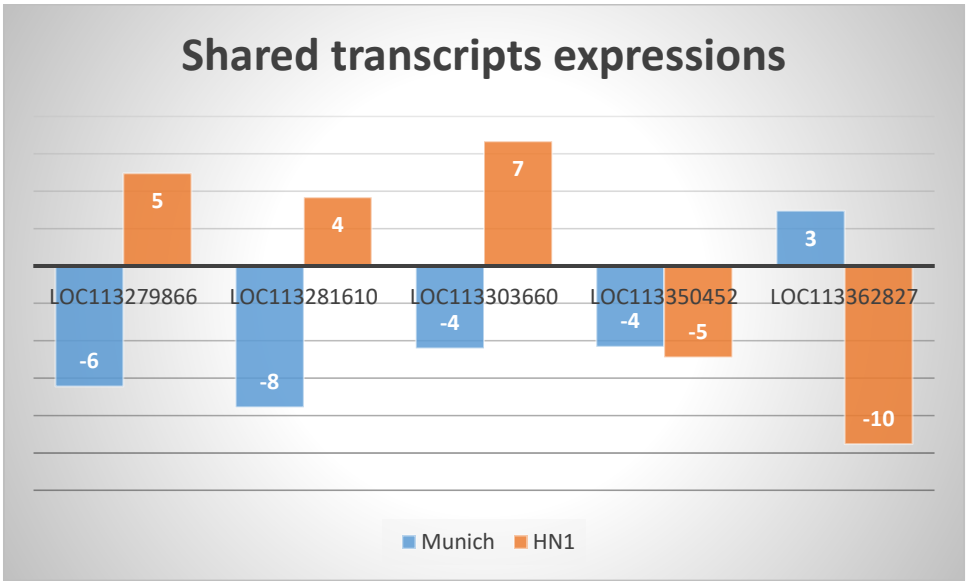


Figure 1. Expression profiles of shared genes

Cellular and molecular and studies have shown that the metabolites or the enzymes associated with the same alkaloid biosynthesis pathway do not need to be co-localized at the tissue, cellular, and subcellular level (Shitan and Yazaki, 2007). In this study, different major alkaloid producing cultivars have also unique transcripts that differentially expressed.

Most likely, the metabolites may be transported to the tissue where the enzyme is located to convert the intermediate product. In *Catharanthus roseus*, CrTPT2 which is a plasma-membrane localized ABCG transporter found to be transport the catharanthine to the leaf surface from where it synthesized. But its silencing experiments changed the accumulation of different alkaloids (De Luca et al., 2014). So it can be thought that some transporters are specific to an alkaloid.

From this point of view, while the genes *LOC113279866*, *LOC113281610*, *LOC113303660*, *LOC113350452* and *LOC113362827* working in oppositely in Munich and HN1 cultivar, *LOC113362827* works in parallel. The unique transcripts detected for Munich and HN1 cultivars are suggested to have a role in morphine and noscapine transport.

CONCLUSION

Here we performed the differentially gene expression analysis of ABC transporter genes which are involved in morphine and/or noscapine transport in a tissue specific manner. When we compared the capsule and stem, we found different expression patterns in both Munich and HN1 cultivars. In addition, it was determined that different transport proteins were involved in Munich and HN1 cultures. There are a large number of various secondary metabolite carrier proteins in plants, but studies on their identification and determination of their functions are quite incomplete. The understanding of secondary metabolite transporters in plants will certainly be a step forward to meet the demand for bioactive compounds used in medicines derived from plants. Therefore, the regulation of gene expressions by functional genomics seems to be a viable option for obtaining more products at less cost.

REFERENCES

Chapman MA, Hvala J, Strever J, Matvienko M, Kozik A, Michelmore RW, Tang S, Knapp SJ, Burke JM 2009. Development, polymorphism, and cross-taxon utility of EST–SSR markers from safflower (Carthamus tinctorius L.). Theoretical and Applied Genetics, 120(1): 85-91.

De Luca V, Salim V, Thamm A, Masada SA, Yu F, 2014. Making iridoids/secoiridoids and monoterpenoid indole alkaloids: progress on pathway elucidation. Current Opinion in Plant Biology, 19: 35-42.

Henikoff S, Greene EA, Pietrokovski S, Bork P, Attwood TK, Hood L 1997. Genome families; the taxanomy of protein paralogs and chimeras. Science, 279:609–614.

Jelesko JG 2012. An expanding role for purine uptake permease-like transporters in plant secondary metabolism. Frontiers in Plant Science, 3:78.

Kretzschmar T, Burla B, Lee Y, Martinoia E, Nagy R 2011. Functions of ABC transporters in plants. Essays in Biochemistry. 50(1):145-60.

Larsen B, Xu D, Halkier BA, Nour-Eldin HH 2017. Advances in methods for identification and characterization of plant transporter function. Journal of Experimental Botany, 68:4045–4056.

Locher KP 2009. Structure and mechanism of ATP-binding cassette transporters. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364(1514): 239-245.

Nour-Eldin HH, Halkier BA 2013. The emerging field of transport engineering of plant specialized metabolites. Current Opinion in Biotechnology, 24:263–270.

Sharom FJ, Kretzschmar T, Burla B, Lee Y, Martinoia E, Nagy R 2011. Functions of ABC transporters in plants. Essays in Biochemistry, 50:145-160.

Singh A, Menéndez-Perdomo IM, Facchini PJ 2019. Benzylisoquinoline alkaloid biosynthesis in opium poppy: an update. Phytochemistry Reviews, 18(6):1457-82.

Shitan N Yazaki K 2007. Accumulation and Membrane Transport of Plant Alkaloids, Current Pharmaceutical Biotechnology, 8(4):244-252.

Takanashi K, Shitan N, Yazaki K 2014. The multidrug and toxic compound extrusion (MATE) family in plants. Plant Biotechnology, 31:417–430.

TMO (2017). 2016 Poppy Report. Turkish Grain Board General Directorate, Ankara.

Yazaki K, Shitan N, Sugiyama A, Takanashi K 2009. Cell and molecular biology of ATP-binding cassette proteins in plants. International review of cell and molecular biology, 276:263-299.

Yazici L, Yılmaz G 2017. Determination of alkaloids and oil rates of some poppy (Papaver somniferum L.) varieties cultivated as winter and summer. Int. J. Sec. Metabolite 4 (3):359-362.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Non-invazif pulslu manyetik alan ve pterostilben uygulamasının diyabetik iskelet kası atrofisinde protein sentez yolakları üzerine etkisi

Bora TAŞTEKİN [1*] (*ORCID: 0000-0003-0178-8656*), Aykut PELİT[1] (*ORCID: 0000-0003-3916-0207*), Muhammet Batuhan ÇULCU[2], Ali Anıl ÖZTÜRK[3], İnci KURTTAŞ[4]

[*1]Çukurova Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, Adana, Türkiye
[2]Balıkesir Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Balıkesir, Türkiye
[3]Çukurova Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Adana, Türkiye
[4]Akdeniz Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Antalya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: tastekin.bora@gmail.com

Özet

İskelet kas atrofisi, uzun süreli hareketsizlik, yetersiz beslenme, sarkopeni, kronik kalp yetmezliği ve özellikle tip-1 diyabetle birlikte gözlenen kas kütlesinde ve kasılma gücünde azalma olarak ifade edilir. Bu çalışmada diyabetik sıçanların yavaş kasılan iskelet kaslarında meydana gelen atrofide, pulslu manyetik alan (PMA) ve pterostilben (PTS, trans-3,5-dimethoxy-4-hydroxystilbene) uygulamalarının etkileri çeşitli yönlerden değerlendirildi.

Gruplar, kontrol (K, n=10), diyabet (DM, n=10), diyabet+pterostilben (DM+PTS, n=10), diyabet+pulslu manyetik alan (DM+PMA, n=10), diyabet+pulslu manyetik alan+pterostilben (DM+PMA+PTS, n=10) olarak oluşturuldu. Sıçanlar her gün 2 saat boyunca 10 Hz frekansında 1.5 mT şiddetinde PMA'ya maruz bırakıldı. Pterostilben antioksidanı günlük 30 mg/kg dozda uygulandı. 5 haftalık deney sürecinde haftada bir kez sıçanların kan glukoz seviyeleri ve ağırlıkları ölçüldü. Deney sonunda, dissekte edilen soleus kas preparatlarından biyomekanik kayıtlamalar alınarak kasılma kuvveti yanıtları değerlendirildi. İskelet kaslarında atrofi ve hipertrofi mekanizmalarının düzenlenmesinde ve protein sentez ve yıkımında önemli role sahip olan p-AKT, mTOR, FOXO3a ve insülin konsantrasyon miktarları ELISA yöntemiyle tayin edildi. Atrofinin şiddetine bağlı olarak değişkenlik gösteren toplam protein miktarı Bradford yöntemi kullanılarak tayin edildi. Miyofibriler proteinlerin degradasyonunda etkin olduğu düşünülen Trim63, FBXO32 ve FOXO3a gen ekspresyon analizleri gerçek zamanlı PCR ile yapıldı. Antioksidan ve pulslu manyetik alan tedavisinin birçok hastalık modelinde tedavi amaçlı kullanıldığı bilinmektedir, fakat bu çalışmada ilk kez diyabetik iskelet kas atrofisi üzerine etkileri ayrıntılı moleküler ve biyomekanik incelemelerle ela alındı. Elde edilen bulgular, diyabetle birlikte bozulan protein sentez yolaklarının antioksidan ve PMA uygulamalarıyla iyileştiğini ve atrofinin şiddetinde azalma sağladığını gösterdi PMA+PTS uygulamasının diğer gruplardan daha çok iyileştirici etki gösterdiği belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Tip 1 diyabet, iskelet kas atrofisi, pterostilben, pulslu manyetik alan

Effects of non-invasive pulsed magnetic field and pterostilbene application on protein synthesis pathways in diabetic skeletal muscle atrophy

Abstract

Skeletal muscle atrophy is defined as a decrease in muscle mass and contractile strength observed in prolonged immobility, malnutrition, sarcopenia, chronic heart failure, and especially type 1 diabetes. In this study, the effects of pulsed magnetic field (PMF) and pterostilbene (PTS, trans-3,5-dimethoxy-4-hydroxystilbene) on atrophy of slow-twitch skeletal muscle of diabetic rats were investigated from different aspects.

The groups consisted of control (C, n=10), diabetes (DM, n=10), diabetes+pterostilbene (DM +PTS, n=10), diabetes+pulsed magnetic field (DM +PMF, n=10), diabetes+pulsed magnetic field+pterostilbene (DM +PMF+ PTS, n=10). Rats were exposed to 1.5 mT PMF at a frequency of 10 Hz for 2 hours daily. The antioxidant pterostilbene was administered at a daily dose of 30 mg/kg. During the 5-week experimental period, blood glucose levels and weight of the rats were measured once a week. At the end of the experiment,

biomechanical recordings were carried out from dissected soleus muscle preparations, and the responses to contractile force were evaluated. The levels of p-AKT, mTOR, FOXO3a, and insulin, which play important roles in regulating atrophy and hypertrophy mechanisms and protein synthesis and degradation in skeletal muscle, were determined by ELISA method. Total protein levels, which vary according to the severity of atrophy, were determined by the Bradford method. Analysis of gene expression of TRIM63, FBXO32, and FOXO3a, which are thought to be active in the degradation of myofibrillar proteins, was performed by real-time PCR. It is well known that antioxidant and pulsed magnetic field therapy have been used for therapeutic purposes in many disease models, but this study was the first to investigate their effects on diabetic skeletal muscle atrophy with detailed molecular and biomechanical studies. The results showed that the protein synthesis pathways impaired by diabetes were improved and the severity of atrophy was reduced by the application of antioxidants and PMF. The application of PMA+PTS showed a stronger curative effect than that of the other groups.

Keywords: Type 1 diabetes, skeletal muscle atrophy, pterostilbene, pulsed magnetic field

GİRİŞ

İskelet kası atrofisi ve hipertrofisi, çok sayıda molekülün birbiri ile etkileşim içerisinde olduğu çeşitli sinyal yolaklarının oldukça karmaşık bir iş birliği ile gerçekleşmektedir. İskelet kası protein sentezinde (anabolik) yer alan iki temel sinyal yolağından birisi, pozitif rol oynayan IGF1-PI3K-Akt/PKB-mTOR yolağı, diğeri ise negatif düzenleyici rol oynayan myostatin–Smad2/3 yolağıdır. Protein yıkımında (katabolik) etkin olan bir diğer yolak ise TNF-alfa ve NF-kappa B yolağıdır. Anabolik ve katabolik yolaklarda protein sentez ve yıkımını özel çevirim içi sinyal yolları ile etkileyen kilit proteinlerin varlığı uzun zamandır bilinmektedir (Rom ve Reznick, 2016). Bu sebeple birçok çalışmada iyileştirici etkilerinin olduğu düşünülen pulslu manyetik alan (PMA) ve antioksidan (pterostilben) uygulamalarının, metabolik yolaklar üzerindeki hedef protein, gen ekspresyonları ve iskelet kası kasılma kuvvetleri üzerine etkilerini incelemeyi amaçladık.

E3 Ubikitin-Proteozom (E3 Ub-P) yolağı üzerinden aktivasyon gösteren Trim 63 ve FBXO32 genlerinin protein yıkımına neden olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (Fanzani, Conraads, Penna, ve Martinet, 2012). Protein degradasyonuna katılan FBXO32 yukarı regülasyonunun katabolik durumlarda Ubikitin-Proteozom (Ub-P) sistemine bağlı kas proteolizinde kritik bir rol üstelendiği ifade edilmiştir (Bodine ve Baehr, 2014). Bazı çalışmalarda, PI3K aktivasyonunun baskılanmasıyla FBXO32 gen ekspresyonunun arttığı gösterilse de, düzenleyici mekanizması tam olarak bilinmemektedir (Lee ve ark., 2004). Bu çalışmada, Ub-P sisteminde ‘atrogen’ olarak ifade edilen TRIM63ve FBXO32 gen ekspresyonları gerçek zamanlı PCR ile kontrol edildi ve uygulanan yöntemlere bağlı olarak ortaya çıkan değişimler istatistiksel yöntemlerle analiz edildi. Atrofi süresince, FOXO’ların AKT tarafından inhibisyonu yetersiz olursa, aktif FOXO’lar çekirdek içerisine nüfuz ederek TRIM63 ve FBXO32 genlerini etkilemektedir (McKinnell ve Rudnicki, 2004; Zhang ve ark., 2014). Özellikle FBXO32, FOXO3a tarafından aktif hale getirildiğinden [7, 8] çalışmamızda FOXO3a protein derişim tayini ve gen ekspresyon analizleri yapıldı ve FBXO32 gen ekspresyonu ile aralarındaki ilişki değerlendirildi. Fosforile AKT (p-AKT)’nin aktivasyonu ile mTOR aktive ve fosforile olmaktadır (Zanou ve Gailly, 2013); mTOR protein sentezini, p70S6K ve 4E-BP1 üzerinden sağladığından, iskelet kas atrofisinde kilit rollerden olan mTOR protein tayini de bu çalışmada gerçekleştirildi. Daha önceki deneysel diyabetik çalışmamızda, STZ indüklenmiş sıçanların gastroknemius iskelet kaslarının sarkomerik yapılarında bozunmalar ortaya çıktığını ve kasılma yanıtlarında azalma olduğunu gözlemledik (Tastekin ve ark., 2018). Benzer şekilde diğer çalışmalarda da iskelet kası atrofisi ile birlikte kasılma parametrelerinin bozulduğu ve daha erken dönemlerde yorgunluğun görüldüğü yönünde bulgular mevcuttur (Chiu ve ark., 2016; Pelit, Emre, Dagli, ve Tuli, 2013). Deney sonunda, in-vitro olarak biyomekanik kayıtlamalar alındı ve yavaş kasılan iskelet kaslarına ait kasılma parametreleri değerlendirildi.

Çalışmanın hipotezi; son zamanlarda güçlü bir antioksidan olarak ortaya çıkan ve birçok hastalığın araştırılmasında olumlu etkileri gösterilen pterostilben uygulamasının tip 1 diyabetle birlikte bozulan iskelet kası metabolik yolak proteinlerini düzenlemesi yönündeydi. Ayrıca non-invazif PMA uygulamasının kanal kinetiklerini regüle ederek antioksidan etkinliğini artıracağı ve diyabetik atrofide meydana gelen hasarlanmaları iyileştireceği beklendi. Bu çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda diyabetik atrofi konusunda literatüre kapsamlı bir bakış açısı kazandırmak ve olası mekanizmaların birbirleriyle bağlantılarının ayrıntılı bir şekilde incelenmesi amaçlandı.

MATERYAL VE METOD

Deney hayvanları

Bu çalışmada, ağırlıkları 350-400 g arasında değişen Wistar Albino türü 50 adet erkek sıçan kullanıldı. Hayvanlar Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Deneysel Tıp Araştırma ve Uygulama Merkezinden (ÇÜTF DETAUM) temin edildi. Hayvanlar tip 2 kafeslerde (363 cm^3) ve her kafeste en fazla 5 hayvan olacak şekilde barındırıldı. Ad-libitum beslenme olarak standart pellet sıçan yemleri ve çeşme suyu kullanıldı. Hayvanların muhafaza edildiği ortam; 12 saat aydınlık-12 saat karanlık, 22-27 ºC sabit sıcaklık ve % 40-60 nem oranına sahip olacak şekilde ayarlandı. Aspiratör yardımıyla ortamda temiz hava değişimi sürekli kontrol edildi.

Deneysel Diyabet Oluşturma

Hayvanlar bulundukları ortama alışmaları için bir hafta müdahale edilmeden beklendi. Daha sonra streptozotosin (STZ, Sigma Chemicals, St. Louis, MO, USA) indüklenmesi için, kan glukoz seviyeleri ve ağırlıkları not edildi. Hayvanların ağırlıklarına göre 0.1 M soğuk sitrat tamponu (pH=4.6) içerisinde 45 mg/kg/ml STZ homojen çözdürülerek hazırlandı. Sıçanlar anestezi vaporizatörü ile % 60 O_2 ve % 3-4 sevofluran (Abbott, USA) karışımı altında uyutuldu ve kuyruk veninden intra venöz (i.v) olarak hazırlanan STZ'ler uygulandı. STZ yapıldıktan 48-72 saat sonra sıçanların kuyruk venlerinden, glikometre (Accu-Chek Performa Nano, Roche Diagnostics, Mannheim, Germany) yardımıyla kan glukoz seviyeleri ölçüldü. Kan glukoz seviyeleri ≥16.7mMol/l olan sıçanlar diyabetik olarak kabul edildi.

Pulslu Manyetik Alan Uygulaması

Pulslu manyetik alan, 2r=60 cm çapında, r=30 cm aralığa sahip iki Helmholtz bobini arasında oluşturuldu. Programlanabilir bir sinyal üretecine (ILFA Elektronik, Adana, Türkiye) bağlandığında, bu bobinler üzerinden istenilen frekans ve şiddette manyetik alan çıkışı sağlanabilmektedir. Manyetik alanın pik değeri Hall etkili bir prob yardımıyla manyetik alan ölçmeye yarayan Gausmetre (F.W. Bell Model 6010, Sypris Company, Orlando, FL) ile yapıldı. Zamanla değişen manyetik alanın, 0.5 ms'lik bir yükselme süresi ve 9.5 ms'lik bir düşme süresi ile yarı-üçgen bir dalga formunda olduğu gözlendi. Bobinler arasındaki maksimum indüklenen elektrik alan Faraday yasası kullanılarak hesaplandı. Devredeki akım (I = 5,2 A), güç amplifikatörü ve bobinin çıkışı arasına seri olarak bağlanan bir direnç (0,1 Ω) ile osiloskop üzerinden gözlendi (Şekil 1).



Şekil 1. Helmholtz bobinleri arasında ölçülen manyetik alanın şekli (sol) ve manyetik alan ölçüm sisteminin genel görünümü (sağ).

Biyomekanik Kayıtlamalar

Kaslar optimum gerginlikte olacak şekilde organ banyosuna yerleştirildi, yaklaşık 30 dakikalık termoregülasyon ve dengelenme süresinden sonra, tek sarsı izometrik kasılma değerleri 0.5 ms (15-20 V) süreli 1 Hz kare pulslarla kaydedildi. Kaslar tekrar kastırılmadan önce 30 dakika dinlenim durumunda kalmalarına izin verildi ve ardından 0.5 ms süreli 100 Hz (15-20 V) frekanslı kare puls uyaranlarla tetanik kasılma yanıtları kaydedildi. Kas uyarılarına karşı elde edilen kuvvet değerlerini kaydetmek için kuvvet çevirici transdüser (FDT 10-A 500 g, Commat, Ankara, Türkiye) kullanıldı. Kas izometrik kasılma kuvveti (Pt, g-kuvvet), kasılma süresi (CT, ms), gevşeme süresi (RT, ms) ve tetanik kasılma kuvveti (Po, g-kuvvet) gibi kasılma parametreleri kaydedildi.

ELISA ve Bradford Protein Tayini

Sıçanların sağ arka bacaklarından alınan soleus kasları 100-150 mg'lık parçalara ayrıldı, PBS solüsyonu ile temizlendikten sonra eppendorf tüplerinde -80°C'de saklandı. Deney günü, dokular -80°C'den çıkarıldı ve ardından seramik havan ve tokmak yardımıyla hızla toz haline getirildi. Önceden hazırlanan tampon homojenizasyon çözeltisi: 50mM Tris-HCl, pH=7.6, 150mM NaCl, %1 NP -40, %1 sodyum deoksikolat, %0 içeren RIPA tamponu. 1 SDS (Boster Bio, ABD) (w:v, 1:10); fenilmetansülfonil florür (%99, Acros Organics, Belçika) (v:v, 1:100); 1 mM sodyum ortovanadat (%99, Acros Organics, Belçika) (v:v, 1:100); ve 1X proteaz inhibitör kokteyli (Abbkine, ABD) (v:v, 1:100), dokular üzerine eklendi ve steril cam çubuklarla iyice öğütülerek homojenatlar elde edildi. Homojenatlar daha sonra steril eppendorf tüplerine aktarıldı ve 10 dakika boyunca yaklaşık 10.000 rpm'de santrifüj edildi. Santrifüjün ardından toplanan süpernatantlar yeni steril tüplere aktarıldı. pAkt, mTOR, FoxO3a ve insülin miktarlarını ölçmek için Bioassay Technology Laboratory (Birmingham, UK) hazır kit ürünleri kullanıldı. Protein konsantrasyonları üretici firmanın talimatlarına göre bir mikroplaka okuyucuda (Multiskan Go, MA, ABD) kaydedildi. Kantitatif numune miktarları, sandviç ELISA protokolü kullanılarak 450 nm'de elde edilen absorbans verilerinden hesaplandı. Toplam protein tayini Bradford çözeltisi (Serva, 5X) ve sığır serum albümini (BSA, pH 7.0, liyofilik, Serva) kullanılarak ölçüldü. Bradford çözeltisinin 5X konsantrasyonu distile su ile 2:7.5 oranında seyreltildi. Kalibrasyon eğrisini oluşturmak için BSA referans çözeltisi distile su ile seyreltilerek standart çözeltiler hazırlandı. Protein tayini için belirlenecek örneklerden 50 µl örnek kuyucuklarına eklendi, daha sonra tüm kuyucuklara 200 µl Bradford çözeltisi eklendi ve oda sıcaklığında 5 dakika inkübe edildi. Absorbans değerleri 595 nm dalga boyunda okundu.

RNA izolasyonu ve gerçek zamanlı PCR (RT-PCR)

Taze PBS ile saflaştırılan soleus kasları 60 mg'lık eşit parçalara bölünerek steril tüplere yerleştirildi. Ardından 10 kat hacimde (600 µl) RNA geciktirici solüsyonu (Biological Industries, İsrail) eklendi ve tüpler deney gününe kadar -20 °C'de saklandı. RNA izolasyonu için Zymo Research Direct-zol™ RNA Miniprep Plus kiti kullanıldı. İskelet kası dokuları, üreticinin talimatlarına göre kitle birlikte sağlanan TRIZOL reaktifi kullanılarak homojenize edildi; kas dokuları nükleaz içermeyen bir tüpe yerleştirildi ve 800 µl TRIZOL reaktifi eklendi. Örneklerdeki RNA'nın saflığını ve miktarını belirlemek için bir µDrop plaka (Thermo Scientific) kullanıldı. RNA konsantrasyonu ~400-600 µg/ml ve RNA saflık oranı (A260/A280) ~1.7 olarak hesaplandı. Daha sonra toplam 20 µl cDNA, üreticinin protokolüne göre yüksek kapasiteli ters transkripsiyon cDNA kiti (abm Good, Richmond, BC, Kanada) kullanılarak 2 µg RNA örneklerinden sentezlendi. FBXO32, TRIM63 ve FoxO3a gen amplifikasyonu için kullanılan primer çiftleri (Metabion, Almanya) Tablo 1'de listelendi. Verileri normalize etmek için GAPDH (gliseraldehit-3-fosfat dehidrogenaz) kullanıldı. RT-PCR deneyleri Promega GoTaq® qPCR Master Mix Kit (Promega Corporation, Madison, WI) kullanılarak gerçekleştirildi. Reaksiyon bileşenleri; 1 µl şablon cDNA (1:4), 2 µl ileri ve geri primerler (her biri 10 µM), 10 µl qPCR ana karışımı (1X), 0,2 µl karboksi-X-rhodamin (CXR) referans boyası ve 4,8 µl RNaz içermeyen su ile toplam 20 µl hacimde hazırlandı. Reaksiyon Applied Biosystems® 7500 (Applied Biosystems, Singapur) cihazına belirtilen termal döngü koşulları ayarlanarak gerçekleştirildi: 95 °C'de 1 döngü başlangıç 3 dk denatürasyon, 95 °C'de 40 döngü denatürasyon 15 sn, ve 60 °C'de 1 dk tavlama+uzatma. Döngü eşikleri (C_t) her örnek için otomatik eşik analizi ile belirlendi. Örnekler 3 tekrarlı olarak çalıştırıldı ve gen ekspresyon seviyelerini belirlemek için $\Delta\Delta C_t$ yöntemi kullanıldı.

Tablo 1. RT-PCR analizlerinde kullanılan primer dizileri

Primer		Dizilim (5′-3′)
FBXO32	Forward (F)	CCATCAGGAGAAGTGGATCTATGTT
	Reverse (R)	GCTTCCCCCAAAGTGCAGTA
TRIM63	F	GCTGCCAATCCCTACTGGAC
	R	CATGATCACTTCATGGCGGC
FoxO3a	F	TCTCCCGTCAGCCAGTCTAT
	R	AGTCACTGGGGAACTTGTCG
GAPDH	F	TGCACCACCAACTGCTTA
	R	GGATGCAGGGATGATGTTC

İstatiksel Analiz

Deney gruplarından elde edilen veriler ortalama±standart hata olarak ifade edildi. Normal dağılım testi, Kolmogorov-Simirnov ile yapıldı. Veriler çok yönlü varyans analiz testi (Multivariate Analysis) kullanılarak karşılaştırıldı. İstatistiksel olarak anlamlı farklılık $p<0,05$ değerinde kabul edildi. Analizler IBM SPSS Statistics 20 programında yapıldı. Grafikler Graphpad Prism 8.30 programı ile oluşturuldu.

BULGULAR

Vücut ve Kas Ağırlık Değişimleri

5 haftalık deney süresi boyunca haftada bir kez gruplardaki sıçanların ağırlıkları tartıldı ve ortalama ağırlık ± standart hata (SH) olarak ifade edildi (Tablo 2).

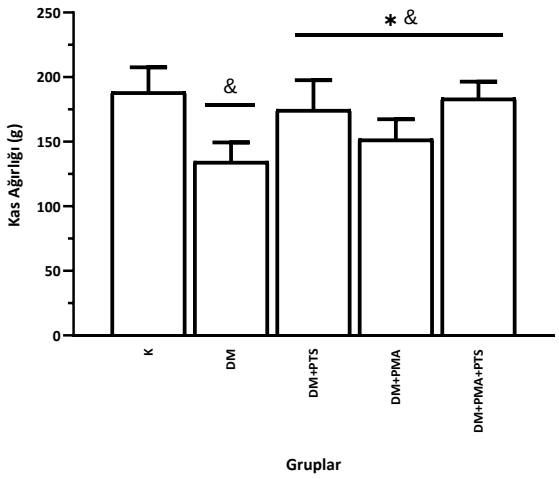
Tablo 2. Deney gruplarındaki hayvanların ortalama ağırlık değişimleri

Deney Grupları (n=10)	Ortalama Ağırlık Değişimleri (g)						
	Haftalar						
	0	1	2	3	4	5	Ortalama±SH
K	400±3,7	395±3,9	403±4,8	410±3,8	415±4,4	422±4,0	408±4,1
DM*	395±9,2	372±9,1	350±10,2	335±9,2	318±9,8	290±9,4	343±9,5
DM+PTS#	390±3,6	372±3,8	370±4,7	375±3,7	383±4,3	394±3,9	381±4,1
DM+PMA#	392±6,2	364±6,6	352±5,7	355±5,5	360±5,8	372±5,9	366±5,9
DM+PMA+PTS#	385±7,8	375±6,8	378±6,9	392±6,7	405±7,0	421±7,4	393±7,2

* K grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$), # DM grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$).

5 haftalık deney sonunda, diyabetik sıçanların final vücut ağırlıkları kontrol grubuna göre yaklaşık % 30 azaldı. Pterostilben ve PMA uygulamalarının, DM grubuna kıyasla anlamlı olarak farklılık gösterdiği belirlendi ($p<0,05$).

Deney sonunda sıçanlardan dissekte edilen nemli soleus kas ağırlıkları hassas terazi ile ölçüldü ve istatistiksel olarak gruplar karşılaştırıldı.

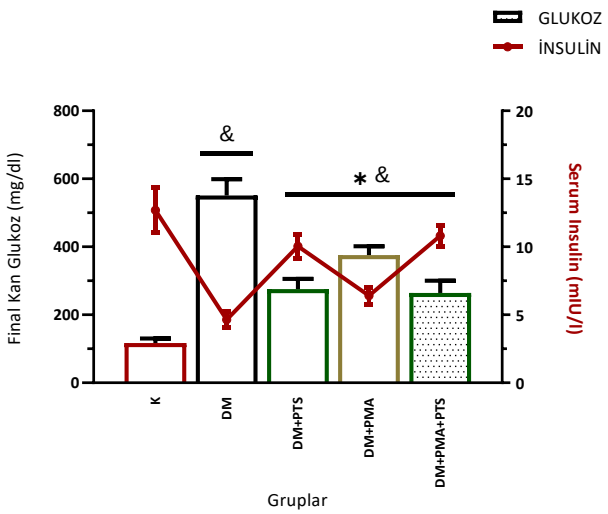


Şekil 2. Deney sonunda soleus kaslarına ait nemli ağırlık değişimleri. Sonuçlar, Ortalama ± Standart Hata olarak verildi. & K grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,001$), * DM grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,001$).

Soleus kaslarında; DM grubuna göre kas ağırlığında en fazla artış DM+PMA+PTS (% 10,23) grubunda, en az artış DM+PTS (% 3,41) ve DM+PMA (% 3,39) gruplarında gözlendi.

Kan Glukoz ve Serum İnsülin Değerleri

Sıçanların periyodik olarak her hafta sonu kan glukoz seviyeleri glukometre yardımıyla ölçüldü.

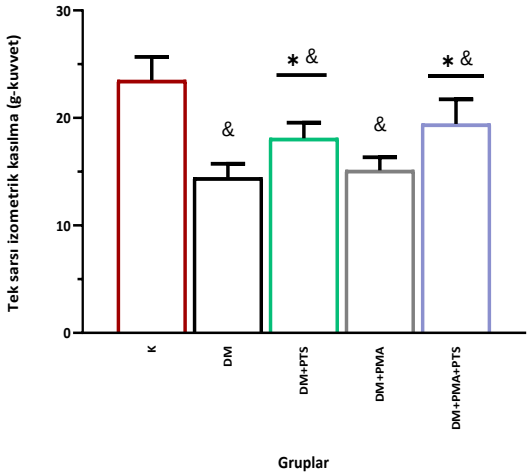


Şekil 3. Deney sonunda gruplara ait ortalama kan glukoz ve serum insülin seviyeleri. Sonuçlar, Ortalama ± Standart Hata olarak verildi. $^{\&}$ K grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$), * DM grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$).

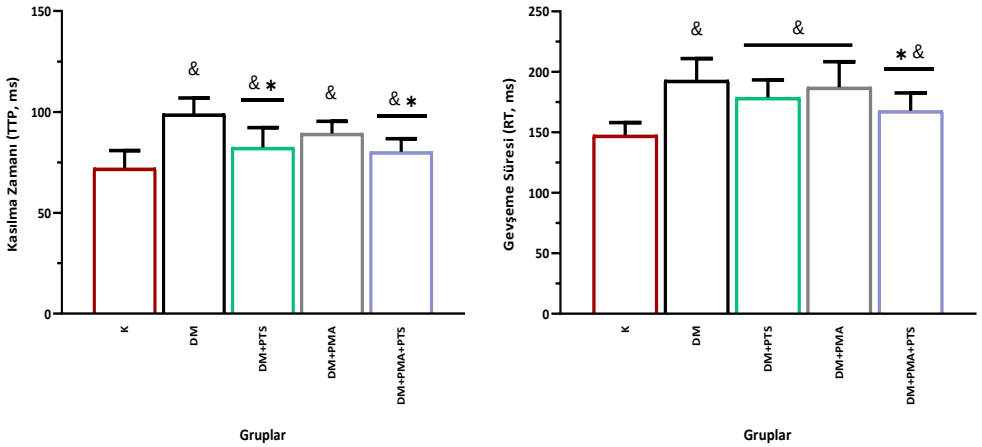
Elde edilen bulgulara göre STZ indüklenmesiyle birlikte DM grubu kan glukoz seviyesi K grubuna göre % 347,32'lik bir artış gösterdi. Diğer grupların DM grubuna göre kan glukoz seviyelerindeki azalma oranı; DM+PTS (% 34,60) > DM+PMA+PTS (% 31,10) > DM+PMA (% 14,63) olarak bulundu. Deney sonunda sıçanların kanlarından analiz edilen serum insülin seviyeleri incelendiğinde, DM grubundaki sıçanların serum insülin değerlerinin K grubuna göre % 57,08 oranında azaldığı görüldü. DM grubuna göre diğer grupların azalan insülin seviyeleri; DM+PMA+PTS (% 135,11) > DM+PTS (% 91,49) > DM+PMA (% 46,81) olarak bulundu.

İzometrik Tek Sarsı Kasılma Kuvvetleri ve Kasılma Parametreleri

Sıçanların soleus kasları çıkarıldıktan sonra organ banyosu içerisinde tek sarsı kasılma yanıtları ve kasılma parametreleri kaydedildi.



Şekil 4. Soleus kaslarındaki tek sarsı (P_t) kasılma kuvvetlerinin gruplara göre değişimi. Sonuçlar, Ortalama ± Standart Hata olarak verildi. & K grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$), * DM grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$).

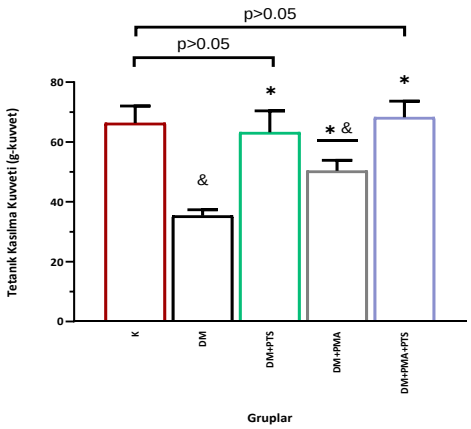


Şekil 5. Soleus kaslarına ait kasılma ve gevşeme sürelerindeki değişimler. TTP, kasılmanın tepe noktasına kadar geçen süreyi; RT, kasılmanın tepe noktasından bitimine kadar geçen süreyi göstermektedir. Sonuçlar, Ortalama ± Standart Hata olarak verildi. & K grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$), * DM grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$).

Kontrol grubuna göre diyabetik sıçanların soleus kaslarında kasılma sürelerinin %26,19 oranında uzadığı görüldü. Diyabetle birlikte uzayan kasılma süresi yanıtlarının uygulanan yöntemlerle DM grubuna göre; DM+PMA+PTS (% 7,86) > DM+PTS (% 6,50) > DM+PMA (% 5,24) olarak azaldığı bulundu. Kontrol grubuna göre diyabetik sıçanların soleus kaslarından kayıtlanan gevşeme sürelerinin yaklaşık % 26,90 oranında uzadığı görüldü. Diyabetle birlikte uzayan gevşeme süresi yanıtlarının DM grubuna göre: DM+PMA+PTS (% 13,22) > DM+PTS (% 8,45) > DM+PMA (% 1,89) olarak azaldığı bulundu.

Tetanik Kasılma Kuvvetleri

Tek sarsı kasıma kuvvetleri kayıtlandıktan sonra, 100 Hz frekans, 0.5 ms süre ile 15-20 V uyaranla maksimum kasılma yanıtları (P_0) kaydedildi.

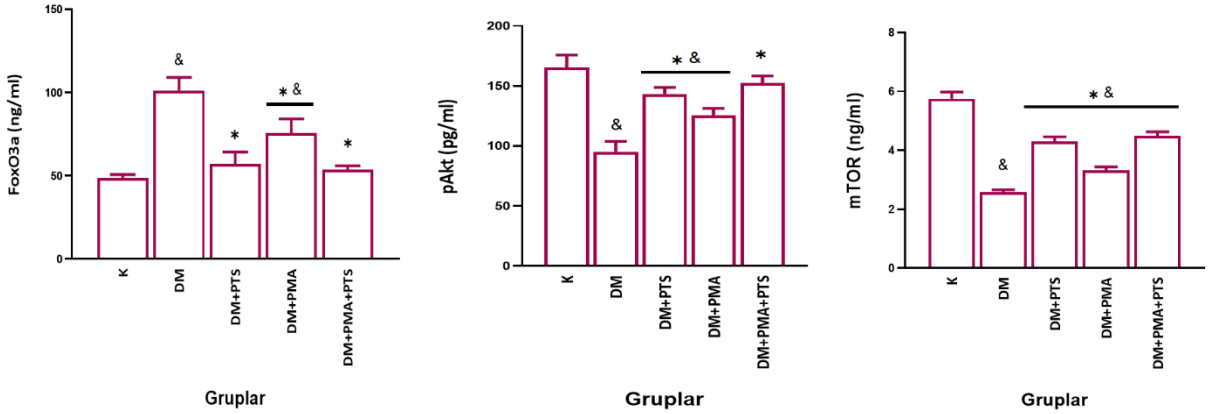


Şekil 6. Soleus kaslarındaki tetanik kasılma (P_0) kuvvetlerinin gruplara göre değişimi. Sonuçlar, Ortalama ± Standart Hata olarak verildi. & K grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$), * DM grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$).

Kontrol grubuna göre DM grubundaki sıçanların soleus kaslarında tetanik kasılma kuvvetlerinin % 38,43 oranında azaldığı gözlendi. Pterostilben ve PMA uygulamalarının DM grubuna göre tetanik kasılma kuvvetlerini: DM+PMA+PTS (% 80,83) > DM+PTS (% 74,35) > DM+PMA (% 48,19) olarak artırdığı bulundu.

ELİZA Protein Derişimleri

K grubuna göre DM grubundaki sıçanların FOXO3a protein derişimlerinin % 62,50 oranında arttığı bulundu. Pterostilben ve PMA uygulamalarına bağlı olarak DM grubuna göre soleus kaslarında en fazla FOXO3a derişim azalmasının DM+PMA+PTS grubunda olduğu görüldü.

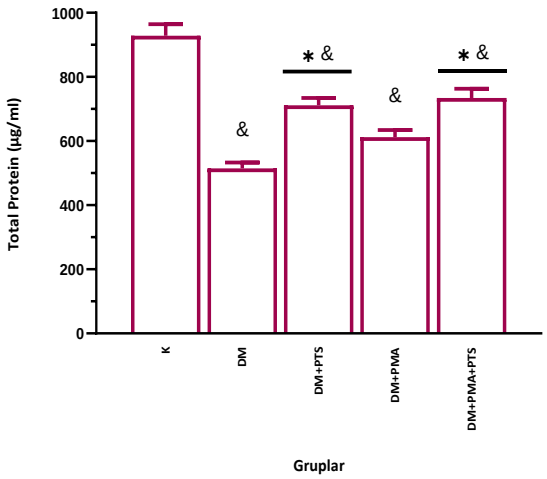


Şekil 7. Soleus kaslarındaki FOXO3a, p-AKT ve mTOR protein derişimleri. Sonuçlar, Ortalama ± Standart Hata olarak verildi. & K grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$), * DM grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$).

K grubuna göre DM grubundaki sıçanların p-AKT protein derişimlerinin % 37,22 oranında azaldığı bulundu. Pterostilben ve PMA uygulamalarına bağlı olarak DM grubuna göre soleus kaslarında en fazla p-AKT derişiminin % 18,52 artışla DM+PMA+PTS grubunda olduğu görüldü. K grubuna göre DM grubundaki sıçanların mTOR protein derişimlerinin % 57,86 oranında azaldığı bulundu. Pterostilben ve PMA uygulamalarına bağlı olarak DM grubuna göre soleus kaslarında en fazla mTOR derişiminin % 57,54 artışla DM+PMA+PTS grubunda olduğu görüldü.

Bradford Toplam Protein Derişimleri

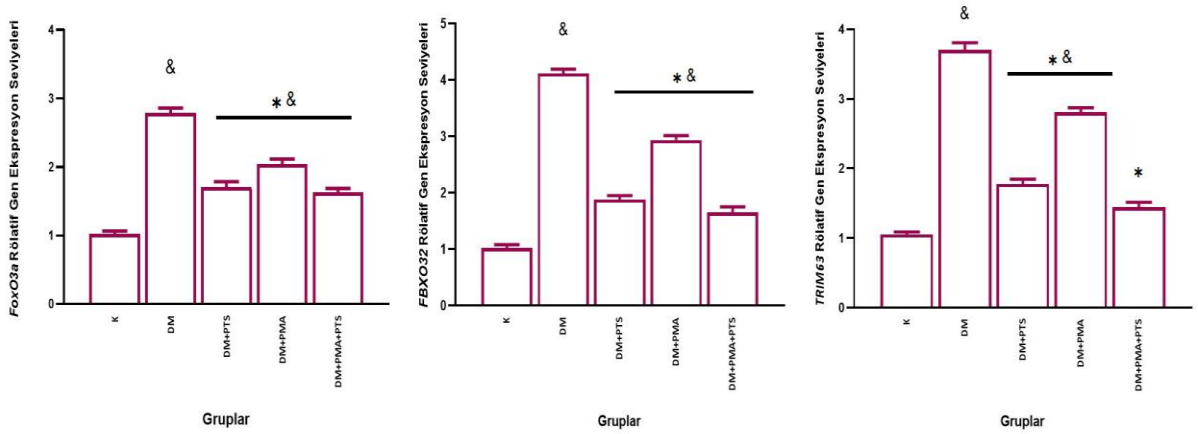
Toplam protein miktarının K grubuna göre DM grubunda % 50,67 oranında azaldığı bulundu. STZ indüklenmesiyle birlikte azalan toplam protein derişiminin DM grubuna göre PMA+PTS uygulamasıyla % 42,49 oranında arttığı görüldü.



Şekil 8. Soleus kaslarındaki toplam protein derişimleri. Sonuçlar, Ortalama ± Standart Hata olarak verildi. & K grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$), * DM grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$).

Real Time qPCR Gen Ekspresyon Değerleri

FOXO3a, FBXO32 ve Trim 63 gen ekspresyonları incelendi.



Şekil 9. Soleus kaslarında FoxO3a, FBXO32 ve TRIM63 gen ekspresyon katlı değişim değerleri. Sonuçlar, Ortalama ± Standart Hata olarak verildi. & K grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$), * DM grubundan anlamlı olarak farklıdır ($p<0,05$).

K grubuna göre DM grubundaki sıçanların FOXO3a gen ekspresyon miktarlarının % 189,11 oranında arttığı bulundu. Pterostilben ve PMA uygulamalarında, DM grubuna göre soleus kaslarında en fazla FOXO3a gen ekspresyon azalmasının % 49.60 ile DM+PMA+PTS grubunda olduğu görüldü K grubuna göre DM grubundaki sıçanların FBXO32 gen ekspresyon miktarlarının % 270,98 oranında arttığı bulundu. Pterostilben ve PMA uygulamalarıyla, DM grubuna göre soleus kaslarında en fazla FBXO32 gen ekspresyon azalmasının % 60,73 ile DM+PMA+PTS grubunda olduğu görüldü. K grubuna göre DM grubundaki sıçanların TRIM63 gen ekspresyon miktarlarının % 276,85 oranında arttığı bulundu. Pterostilben ve PMA uygulamalarıyla, DM grubuna göre soleus kaslarında en fazla TRIM63 gen ekspresyon azalmasının %165,40 ile DM+PMA+PTS grubunda olduğu görüldü.

TARTIŞMA

Tip-1 DM ile birlikte kas büyümesi ve gelişmesi önemli ölçüde bozulmaktadır. Bu durum, azalan kas kütlesi ve kas boyutu, metabolik kontrol yetersizliği ve glikolitik bir fenotipe geçiş ile sonuçlanmaktadır (Andersen, Gadeberg, Brock, ve Jakobsen, 1997; Andersen, Gjerstad, ve Jakobsen, 2004; Fritzsche ve ark., 2008). Kas yapısı ve metabolizmasındaki bu değişiklikler genellikle kas fonksiyonlarındaki azalmalarla ilgilidir (Almeida, Riddell, ve Cafarelli, 2008; Gordon ve ark., 2010; Huttunen ve ark., 1984; Poortmans, Saerens, Edelman, Vertongen, ve Dorchy, 1986). Büyüme ve yapısal fonksiyona ek olarak, kas rejenerasyonu çalışmalarında

belirtildiği gibi, atrofik hasarlanmalar ve tamir mekanizması Tip-1 DM'den olumsuz olarak etkilenmektedir (Gulati ve Swamy, 1991; Krause ve ark., 2013; Krause, Riddell, ve Hawke, 2011). STZ indüklenen Tip-1 DM'li wistar albino erkek sıçanlar (350-400g) üzerinde yapılan bu çalışmada, soleus iskelet kaslarında meydana gelen atrofik mekanizma ve metabolik aktiviteler incelendi. Elde ettiğimiz bulgulara göre, DM grubundaki sıçanların vücut ağırlıklarının K grubuna göre % 30,41 oranında azaldığı görüldü. PMA+PTS uygulamasının DM'ye göre % 48 vücut ağırlık kaybını önlediği tespit edildi. Bulduğumuz sonuçlar, Manickam ve arkadaşlarının (Manickam, Ramanathan, Jahromi, Chansouria, ve Ray, 1997) STZ ile indüklenmiş sıçanlarda, pterostilben uygulamasının (oral) vücut ağırlık kaybını % 20 önlendiği yönündeki bulgular ile uyumludur. Çalışmamızda ağırlık kaybının daha belirgin önlenmesi, antioksidanların i.p. olarak uygulanmasına bağlanmaktadır.

Enjekte edilebilir insülin kullanımının maliyet ve uygulama zorlukları yanında, Tip-1 DM'li bireylerin yoğun insülin kullanım programlarına katılmaları insüline karşı direnç geliştirebilmektedir (Schechter ve Reutrakul, 2015). Çalışmamızda, DM grubunda artan kan glikoz ve azalan insülin seviyelerinin PTS ve PMA+PTS uygulamalarıyla anlamlı olarak iyileşme gösterdiği bulundu. İnsülin seviyelerindeki iyileşmenin kan glikoz seviyelerindeki iyileşmeden daha etkin görünmesi, GLUT-4 aktivasyonu ve pankreatik beta hücre yenilenmesiyle ilişkilendirilmektedir. Bu yorum daha önce pterostilbenin beta hücre granüllenmesine katkıda bulunduğunu gösteren çalışma ile de desteklenmektedir (Tamaddonfard ve ark., 2013). Elde ettiğimiz biyomekanik kayıtlamalarda, STZ indüklenmesiyle soleus kaslarında % 34,31 oranında tek sarsı kuvvet kaybı olduğu gözlendi. Diyabetik koşullarda kasılma ve gevşeme mekanizması göz önüne alındığında, yavaş kasılan kaslarda, kasılma proteinleri ve Ca^{+2}'nin troponin C'ye bağlanma ilgisinin azalması ile ilişkilendirilebilir (Barclay ve Weber, 2004). Tetanik kasılma yanıtlarına baktığımızda, DM grubuna göre antioksidan ve PMA uygulamalarının anlamlı düzeyde kuvvet artışı sağladığı görüldü. Sonuçlar daha önce Fraysse ve arkadaşlarının soleus ve ekstensor digitorum longus kaslarında Ca^{+2} homeostazisine bağlı olarak gerçekleştirdikleri kuvvet yanıtlarıyla ve Moran ve arkadaşlarının yaşa bağlı olarak yaptıkları araştırmalarla tutarlıdır (Moran, Warren, ve Lowe, 2005).

Tıbbi uygulamalarda kullanılan nutrasötiklerin metabolizma üzerinde çok az yan etkisinin olduğu veya hiç olmadığı düşünülmektedir ve diyabet dâhil birçok patolojik durumda güvenilir kullanımları nedeniyle son yıllarda büyük ilgi görmektedir (Bacha, Nasir, Iqbal, ve Anjum, 2017). Pterostilben'in nörolojik, kardiyovasküler, metabolik ve hematolojik hastalıklar dâhil olmak üzere çok çeşitli insan hastalıklarında koruyucu ve terapötik özelliklere sahip olduğu ön görülmektedir (Dvorakova ve Landa, 2017). Pterostilben için, 80 sağlıklı gönüllüde 6-8 hafta boyunca yürütülen bir klinik çalışmada (randomize, çift kör ve plasebo kontrollü), pterostilbenin genellikle 250 mg/gün'e kadar olan dozlarda tüketim için güvenli olduğu bildirilmiştir (Riche ve ark., 2013). Pulslu manyetik alan, vücutta nöronları depolarize, repolarize ve hiperpolarize edebilen küçük elektrik akımlarını güvenli bir şekilde indüklediğinden, bu enerjinin canlılar üzerinde yönlendirilmesinin potansiyel olarak nöronal aktiviteyi ve ilgili vasküler yanıtları modüle edebileceği hipotezi öne sürülmüştür (Kavak ve ark., 2009). Yapılan bir çalışmada, 6 hafta boyunca 30 dk./gün, 15 Hz (1.46 mT) uygulanan PMA uygulamasının, STZ indüklenmiş sıçanların vücut ağırlıklarını, kas kuvvetini, kas kütlesini ve insülin seviyelerini artırdığı, diyabetik sıçanların kan glikoz seviyelerinde ise azalma sağladığı ifade edilmiştir (Yang ve ark., 2018).

DM grubunda azalan mTOR seviyesinin PMA+PTS uygulamasıyla anlamlı düzeyde iyileştirildiği görüldü. DM grubuna göre, PMA uygulaması tek başına en az etkiyi bu protein üzerinde göstermiştir. FOXO3a gen ekspresyon analizlerine baktığımızda; DM grubunda artan FOXO transkripsiyon faktörlerinin, diyabetik soleus kaslarında kontrol grubuna göre daha fazla olduğu görüldü. FBXO32 ve TRIM63 gen ekspresyon analizleri incelendiğinde, pterostilben antioksidanının PMA ile birlikte uygulanmasının daha etkili olduğu görüldü. Bu sonuçlar daha önce Wang ve arkadaşlarının (Wang ve ark., 2018) yaptıkları çalışmalarla uyum göstermektedir. Metti ve arkadaşları da polifenol pterostilben uygulamasının otofaji indüklenmiş iskelet kas miyopatisinde iyileştirici etkileri olduğunu ifade etmiştir (Metti ve ark., 2020).

SONUÇ

Sonuç olarak elde edilen bulgulara göre, pterostilben uygulamasının atrofik sinyal yolaklarını düzenlemede etkili olduğu görüldü. PMA uygulamasının PTS ile kullanımında iyileşmeyi artırıcı yönde etkisinin daha fazla olduğu görüldü. Bu sonuçların diyabetik iskelet kas atrofisi konusunda yapılan farmakolojik araştırmalara, nutrasötik ilaç çalışmalarına ve tıpta alternatif tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlayacağına

inanıyoruz. Böylelikle, hastalığın tedavisinde ortaya çıkan ekonomik yükün hafifletilebileceği ve bu yöntemlerin uygulanabilir kolaylığından dolayı da hasta yaşam kalitesi ve bakım yükünün iyileştirilebileceği ön görülmektedir. Daha sonraki çalışmalarda, elektrofizyolojik olarak kanal kinetiklerinin kayıtlanması, elektron mikroskobik ve immünohistokimyasal görüntülemelerin yapılmasıyla anabolik ve katabolik yolakların ayrıntılı incelenmesi planlanmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (BAP) Birimi tarafından TSA-2021-13978 nolu proje ile desteklenmiştir. BAP Birimi'ne bu çalışmayı desteklediklerı için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Almeida, S., Riddell, M. C. Cafarelli, E. 2008. Slower conduction velocity and motor unit discharge frequency are associated with muscle fatigue during isometric exercise in type 1 diabetes mellitus. *Muscle Nerve, 37*(2), 231-240.

Andersen, H., Gadeberg, P. C., Brock, B. Jakobsen, J. 1997. Muscular atrophy in diabetic neuropathy: a stereological magnetic resonance imaging study. *Diabetologia, 40*(9), 1062-1069.

Andersen, H., Gjerstad, M. D. Jakobsen, J. 2004. Atrophy of foot muscles: a measure of diabetic neuropathy. *Diabetes Care, 27*(10), 2382-2385.

Bacha, U., Nasir, M., Iqbal, S. Anjum, A. A. 2017. Nutraceutical, Anti-Inflammatory, and Immune Modulatory Effects of beta-Glucan Isolated from Yeast. *Biomed Res Int, 2017*, 8972678.

Barclay, C. J. ve Weber, C. L. 2004. Slow skeletal muscles of the mouse have greater initial efficiency than fast muscles but the same net efficiency. *J Physiol, 559*(Pt 2), 519-533.

Bodine, S. C. ve Baehr, L. M. 2014. Skeletal muscle atrophy and the E3 ubiquitin ligases MuRF1 and MAFbx/atrogin-1. *Am J Physiol Endocrinol Metab, 307*(6), E469-484.

Chiu, C. Y., Yang, R. S., Sheu, M. L., Chan, D. C., Yang, T. H., Tsai, K. S., . . . Liu, S. H. 2016. Advanced glycation end-products induce skeletal muscle atrophy and dysfunction in diabetic mice via a RAGE-mediated, AMPK-down-regulated, Akt pathway. *J Pathol, 238*(3), 470-482.

Dvorakova, M. ve Landa, P. 2017. Anti-inflammatory activity of natural stilbenoids: A review. *Pharmacol Res, 124*, 126-145.

Fanzani, A., Conraads, V. M., Penna, F. Martinet, W. 2012. Molecular and cellular mechanisms of skeletal muscle atrophy: an update. *J Cachexia Sarcopenia Muscle, 3*(3), 163-179.

Fritzsche, K., Bluher, M., Schering, S., Buchwalow, I. B., Kern, M., Linke, A., . . . Punkt, K. 2008. Metabolic profile and nitric oxide synthase expression of skeletal muscle fibers are altered in patients with type 1 diabetes. *Exp Clin Endocrinol Diabetes, 116*(10), 606-613.

Gordon, C. S., Serino, A. S., Krause, M. P., Campbell, J. E., Cafarelli, E., Adegoke, O. A., . . . Riddell, M. C. 2010. Impaired growth and force production in skeletal muscles of young partially pancreatectomized rats: a model of adolescent type 1 diabetic myopathy? *PLoS One, 5*(11), e14032.

Gulati, A. K. ve Swamy, M. S. 1991. Regeneration of skeletal muscle in streptozotocin-induced diabetic rats. *Anat Rec, 229*(3), 298-304.

Huttunen, N. P., Kaar, M. L., Knip, M., Mustonen, A., Puukka, R. Akerblom, H. K. 1984. Physical fitness of children and adolescents with insulin-dependent diabetes mellitus. *Ann Clin Res, 16*(1), 1-5.

Kavak, S., Emre, M., Meral, I., Unlugenc, H., Pelit, A. Demirkazik, A. 2009. Repetitive 50 Hz pulsed electromagnetic field ameliorates the diabetes-induced impairments in the relaxation response of rat thoracic aorta rings. *Int J Radiat Biol, 85*(8), 672-679.

Krause, M. P., Al-Sajee, D., D'Souza, D. M., Rebalka, I. A., Moradi, J., Riddell, M. C. Hawke, T. J. 2013. Impaired macrophage and satellite cell infiltration occurs in a muscle-specific fashion following injury in diabetic skeletal muscle. *PLoS One, 8*(8), e70971.

Krause, M. P., Riddell, M. C. Hawke, T. J. 2011. Effects of type 1 diabetes mellitus on skeletal muscle: clinical observations and physiological mechanisms. *Pediatr Diabetes, 12*(4 Pt 1), 345-364.

Lee, S. W., Dai, G., Hu, Z., Wang, X., Du, J. Mitch, W. E. 2004. Regulation of muscle protein degradation: coordinated control of apoptotic and ubiquitin-proteasome systems by phosphatidylinositol 3 kinase. *J Am Soc Nephrol, 15*(6), 1537-1545.

Manickam, M., Ramanathan, M., Jahromi, M. A., Chansouria, J. P. Ray, A. B. 1997. Antihyperglycemic activity of phenolics from Pterocarpus marsupium. *J Nat Prod, 60*(6), 609-610.

McKinnell, I. W. ve Rudnicki, M. A. 2004. Molecular mechanisms of muscle atrophy. *Cell, 119*(7), 907-910.

Metti, S., Gambarotto, L., Chrisam, M., Baraldo, M., Braghetta, P., Blaauw, B. Bonaldo, P. 2020. The Polyphenol Pterostilbene Ameliorates the Myopathic Phenotype of Collagen VI Deficient Mice via Autophagy Induction. *Front Cell Dev Biol, 8*, 580933.

Moran, A. L., Warren, G. L. Lowe, D. A. 2005. Soleus and EDL muscle contractility across the lifespan of female C57BL/6 mice. *Exp Gerontol, 40*(12), 966-975.

Pelit, A., Emre, M., Dagli, K. Tuli, A. 2013. The impact of magnesium on isometric twitch parameters and resting membrane potential of the skeletal muscle in diabetic rats. *Cell Biochem Biophys, 65*(3), 315-319.

Poortmans, J. R., Saerens, P., Edelman, R., Vertongen, F. Dorchy, H. 1986. Influence of the degree of metabolic control on physical fitness in type I diabetic adolescents. *Int J Sports Med, 7*(4), 232-235.

Riche, D. M., McEwen, C. L., Riche, K. D., Sherman, J. J., Wofford, M. R., Deschamp, D. Griswold, M. 2013. Analysis of safety from a human clinical trial with pterostilbene. *J Toxicol, 2013*, 463595.

Rom, O. ve Reznick, A. Z. 2016. The role of E3 ubiquitin-ligases MuRF-1 and MAFbx in loss of skeletal muscle mass. *Free Radic Biol Med, 98*, 218-230.

Schechter, R. ve Reutrakul, S. 2015. Management of Severe Insulin Resistance in Patients with Type 1 Diabetes. *Curr Diab Rep, 15*(10), 77.

Tamaddonfard, E., Farshid, A. A., Asri-Rezaee, S., Javadi, S., Khosravi, V., Rahman, B. Mirfakhraee, Z. 2013. Crocin improved learning and memory impairments in streptozotocin-induced diabetic rats. *Iran J Basic Med Sci, 16*(1), 91-100.

Tastekin, B., Pelit, A., Polat, S., Tuli, A., Sencar, L., Alparslan, M. M. Daglioglu, Y. K. 2018. Therapeutic Potential of Pterostilbene and Resveratrol on Biomechanic, Biochemical, and Histological Parameters in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Evid Based Complement Alternat Med, 2018*, 9012352.

Wang, D., Sun, H., Song, G., Yang, Y., Zou, X., Han, P. Li, S. 2018. Resveratrol Improves Muscle Atrophy by Modulating Mitochondrial Quality Control in STZ-Induced Diabetic Mice. *Mol Nutr Food Res, 62*(9), e1700941.

Yang, J., Sun, L., Fan, X., Yin, B., Kang, Y., An, S. Tang, L. 2018. Pulsed electromagnetic fields alleviate streptozotocininduced diabetic muscle atrophy. *Mol Med Rep, 18*(1), 1127-1133.

Zanou, N. ve Gailly, P. 2013. Skeletal muscle hypertrophy and regeneration: interplay between the myogenic regulatory factors (MRFs) and insulin-like growth factors (IGFs) pathways. *Cell Mol Life Sci, 70*(21), 4117-4130.

Zhang, J., Zhuang, P., Wang, Y., Song, L., Zhang, M., Lu, Z., . . . Li, H. 2014. Reversal of muscle atrophy by Zhimu-Huangbai herb-pair via Akt/mTOR/FoxO3 signal pathway in streptozotocin-induced diabetic mice. *PLoS One, 9*(6), e100918.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Havacılıkta Kullanılan Faz Dizi Ultrasonik Tekniğinin Teorik İncelenmesi

Cankara AKBULUT[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5386-2945*), Veysel ERTURUN[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2201-3411)* Haşim KAFALI[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7740-202X*)

[*1]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Dalaman Sivil Havacılık Yüksekokulu, Uçak Gövde Motor Bakım Bölümü, Muğla, Türkiye
[2]Erciyes Üniversitesi, Havacılık Ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak Gövde Ve Motor Bakımı Bölümü, Kayseri, Türkiye
[3]Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Dalaman Sivil Havacılık Yüksekokulu, Havacılık Yönetimi Bölümü, Muğla, Türkiye

*cankaraakbulut@mu.edu.tr

Özet
Ultrasonik test (UT), tahribatsız muayenede (NDT) en yaygın olarak uygulanan kusur tespit yöntemlerinden biridir. Ultrasonik test temel olarak; yüksek nüfuz gücü, iyi hassasiyeti, boyut ve şekilleri tahmin etme yeteneği, hızlı algılama sonuçları ve operatörler için tehlikeli olmaması nedeniyle gerçekleştirilmiştir. Ultrasonik faz dizilerin geliştirilmesi ve uygulanması, yirmi birinci yüzyılın başında tamamlandı. Huygens-Fresnel prensibi ve Helmholtz ses basıncı entegrasyon teoremi ultrasonik faz dizi testinin öncü fikirleridir. Tahribatsız değerlendirme (NDE) uygulamaları için ultrasonik dizilerin kullanımı son yıllarda hızla büyümüştür. Diziler, hassasiyet ve denetim performansı açısından tek elemanlı dönüştürücülere göre önemli avantajlara sahiptir. Faz dizi ultrasonik test, kusurları görüntüleme ve boyutlandırma için hızlı bir yöntem olarak kullanılır. Ultrasonik faz dizi yöntemi, piezoelektrik elemanın ultrasonik sinyaller aldığı elektronik işlemeyi ifade eder. Ultrasonik görünümler, ultrasonik yol ve tarama parametreleri arasındaki farklı düzlem görünümleriyle elde edilen görüntülerdir. Temel ultrasonik görünümler, a-tarama, b-tarama, c-tarama vb. gibi birden çok görünüme sahiptir. Bu çalışmada, faz dizi ultrasonik yöntemin tarihçesi ve gelişimi incelenmiştir. Yöntem hakkında detaylı teknik bilgi verilmiştir. Yöntemin artıları ve eksileri ele alınmıştır. Bu yöntem kullanılarak havacılıkta kusur tespiti uygulaması gelecekteki çalışmalarda yapılacak ve değerlendirilecektir.
Anahtar Kelimeler: Faz Dizi Ultrasonik Test, Havacılık, Tahribatsız Muayene.

Theoretical Investigation of Phased Array Ultrasonic Technique Used in Aviation

Abstract
Ultrasonic testing (UT) is one of the most commonly applied flaw detection methods in non-destructive testing (NDT). Ultrasonic testing is mainly carried out due to its high penetrating power, good sensitivity, ability to predict sizes and shapes, fast detection results and no danger to operators. The using of ultrasonic arrays for non-destructive evaluation (NDE) applications has grown rapidly in recent years. Huygens-Fresnel principle and the Helmholtz sound pressure integration theorem are the leading ideas of ultrasonic phased array testing. The development and implementation of ultrasonic phased arrays was completed at the beginning of the twenty-first century. Arrays have significant advantages over single-element transducers in terms of precision and control performance. Phased array ultrasonic testing is used as a rapid method for imaging and sizing flaws. Ultrasonic phased array method refers to the electronic processing in which the piezoelectric element receives ultrasonic signals. Ultrasonic views are images obtained with different plane views between ultrasonic path and scanning parameters. The basic ultrasonic views have multiple views such as a-scan, b-scan, c-scan etc. In this study, the history and development of phased array ultrasonic method were investigated. Detailed technical information about the method is given. The pros and cons of the method are discussed. Using this method, the application of flaw detection in aviation will be made and evaluated in future studies.
Keywords: Phased Array Ultrasonic Testing, Aviation, Non-Destructive Testing.

1.Giriş

Ultrasonik test (UT), tahribatsız muayenede (NDT) en yaygın olarak uygulanan kusur tespit yöntemlerinden biridir (Gao ve ark., 2020). Ultrasonik test, malzeme karakterizasyonu ve kusur muayenesi için en önemli

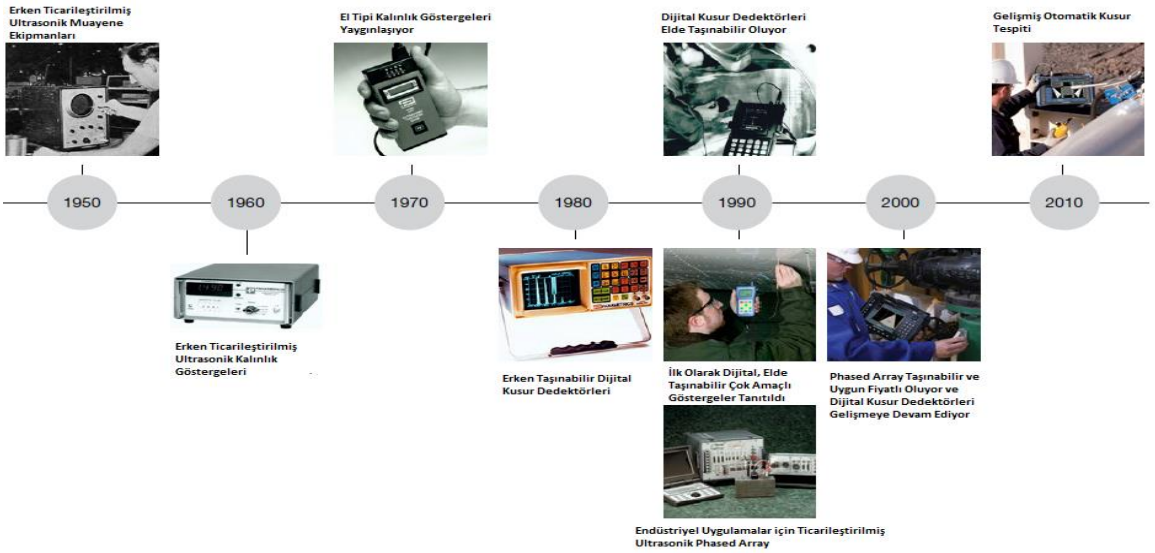
tahribatsız muayene tekniklerindendir (Pei ve ark., 2020). Ultrasonik test temel olarak; yüksek nüfuz gücü, iyi hassasiyeti, boyut ve şekilleri tahmin etme yeteneği, hızlı algılama sonuçları ve operatörler için tehlikeli olmaması nedeniyle gerçekleştirilmiştir (Kim ve ark., 2020). Ultrasonik dalgalar malzemeler arasında çok verimli bir şekilde yayılabileceğinden ve insanlara zararlı olmadığından, yapılardaki iç kusurları ölçmek için yaygın olarak uygulanır (Pei ve ark., 2020). Lazer ultrason, geniş bir frekans bandında temassız ve yüksek duyarlı olma avantajlarından dolayı ultrasonik test alanında önemli bir bileşen haline gelmiştir (Gao ve ark., 2020).

Katunin ve ark. uçak yapılarında kusur tanımlaması üzerinde çalışmış ve hem termografinin hem de ultrasoniğin, tesir edilen darbe hasarının tespiti ve yerini belirlemede büyük etkinlik gösterdiği ve termografinin daha hızlı olmasına rağmen ultrasonik tekniğin daha ayrıntılı kusur değerlendirmesi ve daha fazla sayıda delaminasyon sağladığı sonucuna varmıştır (Caminero ve ark., 2019).

Huygens-Fresnel prensibi ve Helmholtz ses basıncı entegrasyon teoremi ultrasonik faz dizi testinin öncü fikirleridir. Faz dizi dönüştürücüye gelince, birkaç bağımsız dizi elemanı belirli bir sıraya göre bir dizi oluşturur. Her dizi elemanı bağımsız verici ve alıcı devrelere sahiptir ve her dizi elemanının iletim gecikme süresi kontrol edilerek ses ışınlarının sapması ve odaklanması gerçekleştirilebilir. Faz dizi sisteminin özü, iletim ve alımı içeren faz düzenlemesinde yatmaktadır (Gangfeng ve ark., 2018).

Bağımsız bir teknoloji olarak ultrasonik faz dizilerin geliştirilmesi ve uygulanması, yirmi birinci yüzyılın başında tamamlandı. Faz dizi ultrasonik teknoloji, 1980'lerin başında tıp alanından sanayi sektörüne geçti. 1980'lerin ortalarında, karmaşık şekilli faz dizili problar üretmek için piezokompozit malzemeler geliştirildi ve kullanıma sunuldu. 1990'ların başında, faz dizi teknolojisi, ultrasonik el kitaplarında ve mühendisler için eğitim kılavuzlarında yeni bir NDE (tahribatsız değerlendirme) yöntemi olarak dahil edildi. 1985'ten 1992'ye kadar olan uygulamaların çoğu, nükleer basınçlı kaplar (nozullar), büyük dövme milleri ve düşük basınçlı türbin bileşenleri ile ilgiliydi. Piezokompozit teknolojisi; mikro işleme, mikro elektronik ve bilgi işlem gücündeki (prob tasarımı ve ışın-bileşen etkileşimi için simülasyon paketleri dahil) yeni gelişmeler, 1990'ların sonunda faz dizi teknolojisinin devrim niteliğindeki gelişimine katkıda bulundu. Bilgisayar yetenekleri arttıkça fonksiyonel yazılımlar da geliştirildi.

Tahribatsız değerlendirme (NDE) uygulamaları için ultrasonik dizilerin kullanımı son yıllarda hızla büyümüştür. Diziler, hassasiyet ve denetim performansı açısından tek elemanlı dönüştürücülere göre önemli avantajlara sahiptir. Dizi teknolojisinin benimsenmesi; elektrik üretimi, havacılık, petrol, benzin ve otomotiv dahil olmak üzere çok çeşitli endüstriyel sektörlerde olmuştur (Humeida ve ark., 2014). Faz dizi ultrasonik test (PAUT); tıp, nükleer güç ve malzeme değerlendirme dahil olmak üzere çeşitli tahribatsız uygulamalar için kullanılmıştır. Bu tekniğe yönelmedeki sebeplerden biri; ultrasonik ışının, ultrasonik probları yeniden yapılandırmaya gerek kalmadan yönlendirilebilmesi ve odaklanabilmesidir (Kim ve ark., 2020). Bu tekniğin teknolojik gelişimi Şekil 1.1'de verilmiştir(Introduction to Phased Array Ultrasonic Technology Applications,2010).



Şekil 1.1. Ultrasonik ve faz dizi muayene cihazlarının yıllara göre gelişimi

Faz dizi ultrasonik test, kusurları görüntüleme ve boyutlandırma için hızlı bir yöntem olarak kullanılır (Satyanarayan ve ark., 2007). Ultrasonik faz dizi yöntemi, piezoelektrik elemanın ultrasonik sinyaller aldığı elektronik işlemeyi ifade eder. Bir PAUT probu, her biri elektronik işleme yoluyla ultrasonik sinyalleri kabul edebilen çok sayıda küçük elemandan oluşur. Böylece PAUT, malzemenin iç görüntüsünü gerçek zamanlı olarak elde edebilir. PAUT'un avantajlarından biri, dizin ekseni boyunca tarama yapmadan kusurların görüntülerini elde etme yeteneğidir (Jung ve ark., 2018).

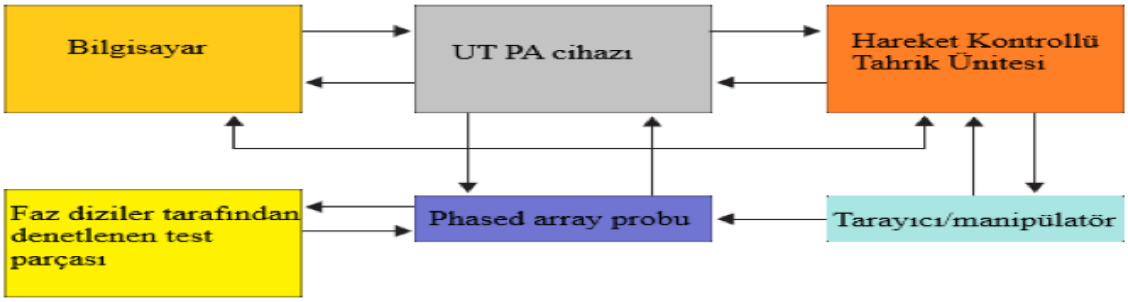
Faz dizinin umut verici yönü, geliş açısı ve odak mesafesi gibi parametrelerin elektronik olarak kontrol edildiği ultrasonik ışını üretme yeteneğidir. Diğer önemli yönler, açısal ışın tarama görüntülerini kullanarak ışın yönlendirmesini görselleştirme yeteneğidir ve ışın, bir test yapısının herhangi bir noktasına odaklanabilir. Faz dizi tekniği, geleneksel ultrasonik NDT yöntemlerine kıyasla yüksek çözünürlükle birlikte deneysel verilerin yüksek üretkenliğini ve güvenilirliğini sağlar. Faz dizi ultrasonik aletler, iç yapıyı kontrol etmek için yüksek frekanslı ses dalgaları kullanır. Ultrasonik faz dizi tekniği elektronik ışın şekillendirme ve yönlendirmeye izin verdiği için, tek bir prob düzeneğinden çok sayıda farklı ultrasonik ışın profili oluşturmak mümkündür ve bu ışın yönlendirmesi, elektronik taramalar oluşturmak için dinamik olarak programlanabilir. Ultrasonik faz dizi tekniği, bir incelemede kullanılacak dönüştürücü sayısının azaltılması, eğrilik ve karmaşık geometrik varyasyonlara sahip alanları kontrol etme yeteneği ve kusur konumunun ölçümünde daha iyi hassasiyet gibi geleneksel dönüştürücüye kıyasla bazı avantajlar sunar. Çok elemanlı sinyal odaklama nedeniyle faz dizi ultrasonik test, ultrasonik sinyallerin zayıflaması ve çözünürlüğünün daha iyi özelliklerini gösterir (Caminero ve ark., 2019). Ultrasonik faz dizi tekniği, kompakt dönüştürücünün özelliklerine ve dizi elemanlarının düzgün zaman gecikmeli sinyalleri nedeniyle yüksek denetim hassasiyetine sahiptir. Bu nedenle, türbin rotorları, köşe şekilli bileşenler ve nükleer santral bileşenleri dahil olmak üzere karmaşık yapıların denetimi için diğer tahribatsız muayene yöntemlerine göre bazı avantajlara sahiptir (Li ve ark., 2019).

2. Faz Dizi Ultrasonik Kontrol Yöntemi

Hava araçlarının birincil yük taşıyan yapılarında karbon fiber takviyeli plastik (CFRP) tabakanın uygulanması, yüksek mukavemet-ağırlık oranları nedeniyle sürekli artmaktadır. Bu nedenle, dahili kusurların tespit edilmesini ve ölçülmesini sağlayan etkili bir tahribatsız muayene tekniği, güvenlik açısından kritik yapıların güvenliğini ve güvenilirliğini sağlamak için çok önemlidir ve çok talep edilmektedir. Faz dizi ultrason; delaminasyon, fiber dalgalılığı, gözeneklilik vb. gibi CFRP yapılarının dahili kusurlarını belirlemek ve değerlendirmek için iyi kurulmuş bir tekniktir. Ultrasonik faz dizi tekniği tekniklerinin uygulanması, her bir dizi elemanı çifti ile görüntü noktası arasındaki ultrasonik ışın yolunun doğru bir şekilde belirlenmesini gerektirir. Bununla birlikte, dalga yayılım davranışı kavisli şekil, elastik anizotropi ve çok katmanlı mikro yapılar nedeniyle karmaşık olduğundan, spar, stringer ve rib gibi CFRP yapılarının köşe kısımları için çok zordur (Cao ve ark., 2021).

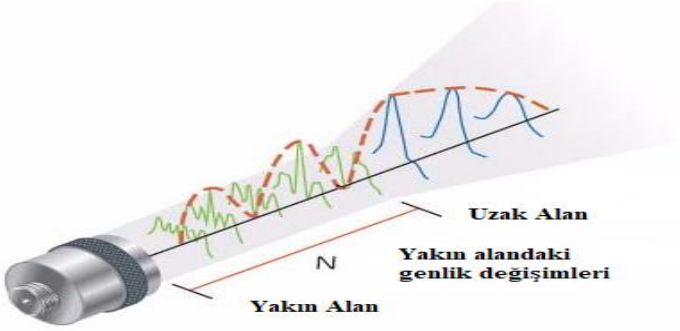
2.1 Ultrasonik Faz Dizi Sistemi

Geleneksel ultrasonik dönüştürücüler yüksek frekanslı ses dalgaları üreten ve alan tek bir aktif elemandan ya da biri iletmek ve diğeri almak için olmak üzere iki eşleştirilmiş elemandan oluşur. Faz dizi probları ayrı olarak darbelenebilen 16 ila 256 küçük elemana sahip bir dönüştürücü düzeneğinden oluşur. Bunlar bir şerit (doğrusal dizi), 2D matris, bir halka (halka dizisi), dairesel bir matris (dairesel dizi) veya daha karmaşık bir şekilde düzenlenebilir. Geleneksel dönüştürücülerde olduğu gibi, faz dizili problar; doğrudan temaslı kullanım için, bir takoz ile bir açı demeti tertibatının parçası olarak veya bir su yolu üzerinden ses kuplajıyla daldırma kullanımı için tasarlanabilir. Dönüştürücü frekansları en yaygın olarak 2 MHz ila 10 MHz aralığındadır. Çok elemanlı probu çalıştırabilen, geri dönen ekoları alıp sayısallaştırabilen ve bu eko bilgisini çeşitli standart formatlarda çizebilen karmaşık bir bilgisayar tabanlı alet içeren faz dizi sistemi Şekil 2.1'de verilmiştir(Advances in Phased Array Ultrasonic Technology Applications,2007).



Şekil 2.1. Faz dizi sisteminin temel bileşenleri ve aralarındaki bağlantı

Faz dizi ultrasonik teknolojinin ana özelliği, çok elemanlı bir probdaki ayrı elemanların bilgisayar kontrollü uyarılmasıdır (genlik ve gecikme). Piezokompozit elemanların uyarılması, yazılım aracılığıyla açı, odak mesafesi ve odak noktası boyutu gibi tanımlanmış parametrelere sahip ışınlar üretebilir. Bir dönüştürücünün ses alanı, yakın alan ve uzak alan olmak üzere iki bölgeye ayrılır. Yakın alan, ses basıncının bir dizi maksimum ve minimumdan geçtiği dönüştürücüye yakın bölgedir ve yüzeyden N mesafesinde son eksende maksimumda biter. Yakın alan mesafesi N, dönüştürücünün doğal odağını temsil eder. Yukarıda bahsedilen dönüştürücünün ses alanı Şekil 2.2'de verilmiştir(Phased Array Testing: Basic Theory for Industrial Applications,2010).



Şekil 2.2. Bir dönüştürücünün ses alanı

Uzak alan, N'nin ötesinde, ışın çapı genişledikçe ve enerjisi dağıldıkça ses basıncının kademeli olarak sıfıra düştüğü bölgedir. Yakın alan mesafesi, dönüştürücünün frekansının ve eleman boyutunun ve test ortamındaki ses hızının bir fonksiyonudur ve faz dizi testinde yaygın olarak bulunan kare veya dikdörtgen elemanlar için aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$N = \frac{kL^2 f}{4c} \quad \text{veya} \quad N = \frac{kL^2}{4\lambda} \tag{1}$$

Burada;
N = yakın alan uzunluğu
k = en boy oranı sabiti
L = eleman veya açıklık uzunluğu
f = frekans
c = test malzemesindeki ses hızı
λ = dalga boyu = $\frac{c}{f}$
Dairesel elemanlarda k kullanılmaz ve uzunluk terimi yerine elemanın (D) çapı kullanılır:

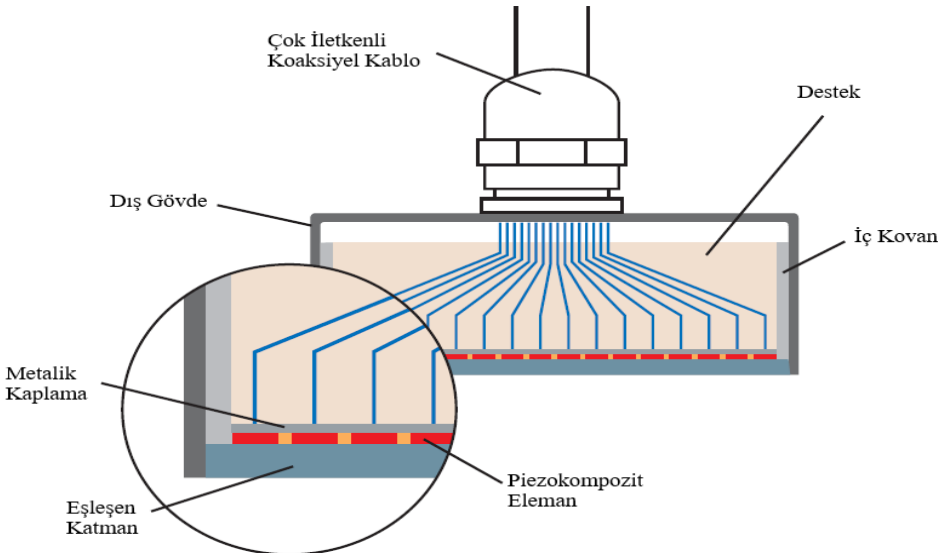
$$N = \frac{D^2 f}{4c} \text{ veya } N = \frac{D^2}{4\lambda} \tag{2}$$

2.2. Faz Dizi Prob Özellikleri

Dizi, büyük miktarlardaki bir nesnenin organize bir düzenlemesidir. NDT için bir ultrasonik dizinin en basit biçimi, denetim kapsamını ve/veya belirli bir denetimin hızını artıracak şekilde düzenlenmiş birkaç tek elemanlı dönüştürücü dizisi olacaktır.

Faz dizi probları birkaç bölüme ayrılmış bir piezoelektrik elemandır. Endüstriyel NDT uygulamaları için modern faz dizi probları, tipik olarak, bir polimer matrisine gömülü çok sayıda küçük, ince piezoelektrik

seramik çubuklardan oluşan piezokompozit malzemeler etrafında inşa edilir. Üretilmeleri daha zor olabilse de kompozit problar tipik olarak benzer tasarıma sahip piezoseramik problara göre 10 dB ila 30 dB hassasiyet avantajı sunar. Şekil 2.3'de bir faz dizi probunun kesiti verilmiştir(Phased Array Testing: Basic Theory for Industrial Applications,2010).



Şekil 2.3. Faz dizi probu kesiti

2.3. Faz Dizi Takozları

Faz dizi prob tertibatları genellikle bir plastik takoz içerir. Takozlar, düz ışınlı doğrusal taramalar dahil olmak üzere hem enine dalga hem de boyuna dalga uygulamalarında kullanılır. Bu takozlar, temel olarak faz dizi sistemlerinde geleneksel tek elemanlı kusur tespiti ile aynı işlevi yerine getirir, probdan gelen ses enerjisinin test parçasına bağlanmasını sağlayacak şekilde Snell yasasına göre istenen açıda dönüştürür ve/veya kırar. Faz dizi sistemleri, tek bir takozdan birden çok açıda ışınlar oluşturmak için ışın yönlendirmesini kullanırken, bu kırılma etkisi de ışın oluşturma sürecinin bir parçasıdır. Enine dalga takozları, geleneksel dönüştürücülerle kullanılanlara çok benzer ve geleneksel takozlar gibi birçok boyut ve biçimde gelirler. Bazıları tarama uygulamaları için bağlayıcı besleme delikleri içerir. Bazı tipik faz dizi prob takozları Şekil 2.4'de görülmektedir(Phased Array Testing: Basic Theory for Industrial Applications,2010).

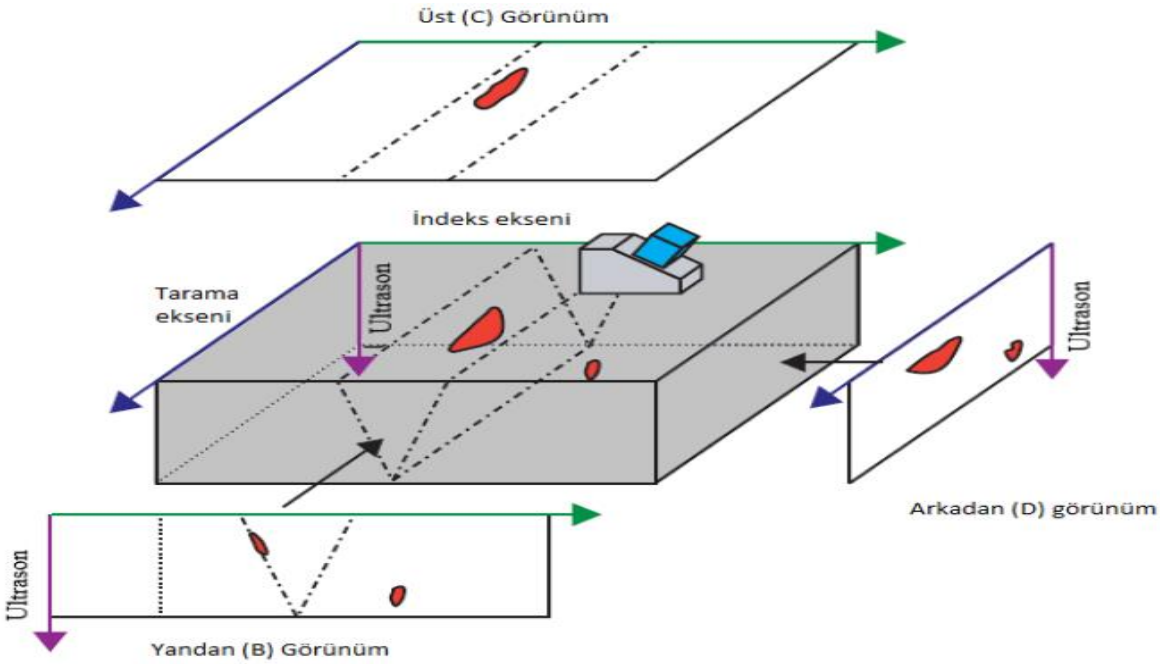


Şekil 2.4. Faz dizi prob takozları

Sıfır dereceli takozlar, ses enerjisini birleştirmek ve düz doğrusal taramalarda ve düşük açılı boyuna dalga açılı taramalarda prob yüzünü çizilmelere veya aşınmaya karşı korumak için kullanılan düz plastik bloklardır.

2.4. Ultrasonik Görünümler (Taramalar)

Ultrasonik görünümler, ultrasonik yol ve tarama parametreleri arasındaki farklı düzlem görünümleriyle elde edilen görüntülerdir. Bu görüntüler Şekil 2.5'de gösterilmiştir (Introduction to Phased Array Ultrasonic Technology Applications:,2007).



Şekil 2.5. Ultrasonik görünümler (B-taraması, C-taraması ve D-taraması**)**

2.4.1 A-Tarama

Bir A-taraması, alınan ultrasonik darbe genliğinin uçuş süresine (ultrasonik yol) veya bir dalga biçimine karşı bir görünümüdür. Bir A-taraması, bir RF (radyo frekansı) veya iki kutuplu doğrultulmuş sinyal olarak görüntülenebilir.

2.4.2 B-Tarama

B-tarama, kaydedilen ultrason verilerinin 2 boyutlu bir görünümüdür. Genellikle yatay eksen tarama konumudur ve dikey eksen ultrason (U_{ses}) yolu veya zamanıdır. Eksenler, gerekli ekrana bağlı olarak tersine çevrilebilir. Görüntülenen verilerin konumu, alım anındaki kodlayıcı konumlarıyla ilgilidir. Esasen, bir B-tarama, bir dizi yığılmış A-taraması veya dalga biçimidir. Her A-taraması, bir kodlayıcı/zaman tabanlı örnekleme konumu ile temsil edilir. A-taraması, genlik renk kodludur. Yığılmış A-taramaları veya bir B-taraması, mekanik veya elektronik ışın hareketi ekseninde etkili bir şekilde eko-dinamik kılıftır. Bu nedenle, bu ekran kusur görüntüsünü uzatır ve ışın yayılması ve diğer faktörler nedeniyle kusur boyutunu bozar. Bunu anlamak ve telafi etmek için imleç boyutlandırma konusunda biraz deneyim gereklidir. Ultrasonik yol; kırılma açısı ve gecikme için düzeltilirse, B-taraması, yatay eksende tarama uzunluğu ve dikey eksende derinlik ile incelenen parçanın hacim düzeltmeli yan görünümünü temsil edecektir.

2.4.3 C-Tarama

C-taraması, test numunesinin üstten veya plan görünümü olarak görüntülenen ultrasonik verilerin 2 boyutlu görünümüdür. Eksenlerden biri tarama eksenidir; diğeri indeks eksenidir. Geleneksel ultrasonik sistemlerde her iki eksen de mekaniktir; lineer faz dizilerde bir eksen mekanik, diğeri elektroniktir. Görüntülenen verilerin konumu, veri alımı sırasında kodlayıcı konumlarıyla ilgilidir.

2.4.4 D-Tarama

D-taraması, verilerin iki boyutlu grafik sunumudur. B-taramasına benzer, ancak görünüm B-taramasının dik açısındadır. B-taraması yandan bir görünüm ise, D-taraması arkadan bir görünümdür. Hem D taramaları hem de B taramaları, yalnızca önceden tanımlanmış bir derinlikteki verileri gösterecek şekilde geçirilir. Eksenlerden biri indeks ekseni olarak tanımlanır; diğeri ultrasonik yoldur (U_{ses}). B-taraması tarama eksenini zamana karşı gösterirken, D-taraması indeks eksenini zamana karşı gösterir.

2.4.5 S-Tarama

Bir S-taraması (sektörel veya azimut taraması), gecikme ve kırılma açısı için düzeltilmiş belirli bir kanaldan tüm A-taramalarının 2 boyutlu bir görünümünü temsil eder. Tipik bir S-taraması, aynı odak mesafesini ve öğeleri kullanarak bir dizi açıyı tarar. Yatay eksen, düzeltilmiş bir görüntü için çıkış noktasından öngörülen mesafeye (test parçası genişliği) karşılık gelir ve dikey eksen derinliğe karşılık gelir.

S-taramaları, faz dizilere özgüdür ve boyuna dalga veya enine dalga; temas, daldırma veya bir takoza monte edilmiş olabilir. S-taramaları da düzeltilmemiş veya düzeltilmiş olarak görüntülenebilir; düzeltilmiş S taramaları gerçek reflektör konumlarını gösterir ve görselleştirme ve görüntü karşılaştırmaları için kullanışlıdır.

2.5 Faz Dizi Teknolojisinin Sınırlamaları ve Geliştirilmesi

Faz dizi ultrasonik teknolojisi bu bölümde bahsedilen sayısız avantajın yanı sıra, Tablo 2.1. de listelenen ve teknolojinin büyük ölçekli uygulamasını sınırlayabilecek belirli konulara sahiptir.

Tablo 2.1. Faz dizi ultrasonik teknolojisinin sınırlamaları

Sorunlar	Detaylar
Ekipman çok pahalı	Donanım, geleneksel UT'den 10 ila 20 kat daha pahalıdır. Pahalı yedek parçalar Çok fazla maliyetli yazılım yükseltmesi
Problar çok pahalı ve teslimatı uzundur	Özelliklerden ödün vererek simülasyon gerektirir Geleneksel problardan 12 ila 20 kat daha pahalı fiyat
Gelişmiş ultrasonik bilgiye sahip çok yetenekli operatörler gerektirir	Bilgisayar, mekanik, ultrasonik ve çizim becerilerine sahip multidisipliner bir teknik İnsan gücü, büyük ölçekli denetimler için büyük bir sorun Faz dizideki temel eğitim eksik.
Kalibrasyon zaman alıcı ve çok karmaşıktır	Prob ve sistem için birden fazla kalibrasyon gereklidir; işlevselliğin periyodik kontrolü rutin olmalı, ancak çok zaman alıyor.
Veri analizi ve çizimi zaman alıcıdır	Kusur verilerinin fazlalığı, yorumlamayı ve analizi zaman alıcı hale getirir. Çoklu A-taramaları nedeniyle çok sayıda sinyal, analiz ve düzenleme gerektirebilir. Zamana dayalı edinimde veri çizimi zaman alıcıdır.
Yöntem standartlaştırılmamış	Bu teknolojinin karmaşıklığı nedeniyle, faz dizi tekniklerinin mevcut standartlara entegre edilmesi zordur. Standartlar mevcut değildir. Prosedürler çok spesifik.

3.SONUÇ

Faz dizi tekniği, geleneksel ultrasonik NDT yöntemlerine kıyasla yüksek çözünürlükle birlikte deneysel verilerin yüksek üretkenliğini ve güvenilirliğini sağlar. Ultrasonik faz dizi tekniği bir incelemede kullanılacak dönüştürücü sayısının azaltılması, eğrilik ve karmaşık geometrik varyasyonlara sahip alanları kontrol etme yeteneği ve kusur konumunun ölçümünde daha iyi hassasiyet gibi geleneksel dönüştürücüye kıyasla bazı avantajlar sunar. Karmaşık yapıların denetimi için diğer tahribatsız muayene yöntemlerine göre bazı avantajlara sahiptir. Pahalı yedek parçalar, maliyetli yazılım yükseltmesi, ekipman pahalılığı ultrasonik faz dizi tekniğinin geleneksel ultrasonik teknikten 10 ila 20 kat daha pahalı olmasına sebep olur. Faz dizi probları pahalıdır ve teslimat süresi uzundur. İleri seviye ultrasonik bilgiye sahip çok yönlü operatörler gerektirir. Kalibrasyon zaman alıcı ve çok karmaşıktır. Kusur verilerinin fazlalığı, yorumlamayı ve analizi zaman alıcı hale getirir.

KAYNAKLAR

Humeida Y, Wilcox DP, Todd DM, Drinkwater WB 2014. A probabilistic approach for the optimisation of ultrasonic array inspection techniques. NDT E Int, 68: 43-52.

Gangfeng Z, Wandong X, Xiaoming W, Yingchun Y 2018. A study of dense-medium cyclone inner-wall abrasion based on ultrasonic phased array technology. Measurement, 126: 58-64.

Gao F, Zhou H, Huang C 2020. Defect detection using the phased array laser ultrasonic crack diffraction enhancement method. Optics Communications, 474: 126070.

Kim G, Seo MK, Kim YI, Kwon S, Kim KB 2020. Development of phased array ultrasonic system for detecting rail cracks. Sensors and Actuators A: Physical, 311: 112086.

Satyanarayan L, Sridhar C, Krishnamurthy CV, Balasubramaniam K 2007. Simulation of ultrasonic phased

array technique for imaging and sizing of defects using longitudinal waves. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 84 (12): 716-729.

Pei C, Yi D, Liu T, Kou X, Chen Z 2020. Fully noncontact measurement of inner cracks in thick specimen with fiber-phased-array laser ultrasonic technique. NDT & E International, 113: 102273.

Li W, Zhou Z, Li Y 2019. Inspection of butt welds for complex surface parts using ultrasonic phased array. Ultrasonics, 96: 75-82.

Caminero MA, García-Moreno I, Rodríguez GP, Chacón JM 2019. Internal damage evaluation of composite structures using phased array ultrasonic technique: Impact damage assessment in CFRP and 3D printed reinforced composites. Composites Part B: Engineering, 165: 131-142.

Jung MJ, Park BC, Bae JH, Shin SC 2018. PAUT-based defect detection method for submarine pressure hulls. International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering, 10(2): 153-169.

Cao H, Guo S, Zhang S, Xie Y, Feng W 2021. Ray Tracing Method for Ultrasonic Array Imaging of CFRP Corner Part using Homogenization Method. NDT & E International, 122: 102493.

Olympus NDT. Phased Array Testing: Basic Theory for Industrial Applications. Waltham, MA: Olympus NDT, 2010. i, 113 p.

Olympus NDT. Advances in Phased Array Ultrasonic Technology Applications. Waltham, MA: Olympus NDT, 2007. xvi, 394 p.

Olympus NDT. Introduction to Phased Array Ultrasonic Technology Applications: R/D Tech Guideline. Waltham, MA: Olympus NDT,2007. xviii, 356 p.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Bitki su ihtiyacının yer altı su seviyesi değişimine olan etkileri: Konya-Karapınar örneği

Mehmet Akif KALENDER[*1](*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3258-7945*), Elif ŞAHİN SUCİ[1](*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5945-0757*)

[*1]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: makifkalender@selcuk.edu.tr

Özet
Sulama amacıyla yer altı su kaynakları, özellikle Konya bölgesinde büyük oranlarda tarımda kullanılıyor olmasına rağmen, bu kaynaklar Dünya su kaynakları potansiyelinin sadece % 0.75'lik bir kısmını oluşturmaktadır. Yer altı su seviyelerinin, bilinçsiz su kullanımı ve yağışların azalması gibi sebeplerden dolayı giderek düşmesi ise, birçok problemi beraberinde getirmektedir. Tarımsal sulama, yer altı su seviyelerinin azalması konusunda önemli bir faktör olduğu için, bu çalışmada Konya ilinin tarımsal açıdan önemli ilçelerinden biri olan Karapınar ilçesindeki yer altı su seviyesinin, bitki su ihtiyacıyla olan ilişkisi değerlendirilmiştir. İlçeyi temsil etmesi açısından Akören ve Akçayazı Mahallerinde bulunan DSİ yer altı su seviyesi gözlem kuyularının 2016-2019 yılları arasındaki değerleri baz alınmıştır. Bu süreçte Akören ve Akçayazı kuyularındaki seviye düşüşü, sırasıyla 7 m ve 10 m olmuştur. Toplam bitki su ihtiyacını (m^3) hesaplayabilmek amacıyla, bitki ekiliş alanları (ha) ve bitki su tüketim değerlerinden (mm) yararlanılmıştır. Su seviyelerindeki azalma ve bitki su ihtiyacı değerlerindeki artışın yıllara göre yüzdesel olarak ifade edilmesi ve değerlerin birbiriyle karşılaştırılması sonucu, bitki su ihtiyacında yaşanan artışın, yer altı su seviyesini olumsuz etkilediği görülmüştür. 2016 yılına kıyasla 2019 yılında, Akören ve Akçayazı yer altı suyu seviyelerinde sırasıyla % 13.21 ve % 9.58'lik azalmalar söz konusu iken, toplam bitki su ihtiyacında % 11.92'lik bir artış söz konusu olmuştur. Dolayısıyla, sulama konusunda üretimin aksamayacağı ve mevcut su kaynaklarının muhafaza edileceği yöntem ve düzenlemeler getirilmelidir.
Anahtar Kelimeler: Bitki su ihtiyacı, Yer altı suyu, Karapınar ilçesi, Sulama.

Effects of crop water requirement on ground water level change: The sample of Konya-Karapınar

Abstract
Although groundwater resources for irrigation are used in agriculture to a large extent, especially in the Konya region, these resources constitute only 0.75% of the world's water resources potential. The gradual decrease of underground water levels due to reasons such as unconscious use of water and decrease in precipitation brings along many problems. Since agricultural irrigation is an important factor in the reduction of groundwater levels, in this study, the relationship between groundwater level and crop water requirement in Karapınar district, which is one of the agriculturally important districts of Konya province, was evaluated. In order to represent the district, the values of the DSI underground water level observation wells in Akören and Akçayazı Districts between 2016-2019 are taken as a basis. During this period, the level drops in Akören and Akçayazı wells were 7 m and 10 m, respectively. In order to calculate the total plant water requirement (m^3), planting areas (ha) and plant water consumption values (mm) were used. As a result of expressing the decrease in water levels and the increase in the plant water requirement values as percentages over the years and comparing the values with each other, it has been observed that the increase in the plant water requirement affects the groundwater level negatively. From 2016 to 2019, while the groundwater levels of Akören and Akçayazı decreased by 13.21% and 9.58%, respectively, there was an increase of 11.92% in the total plant water requirement. Therefore, methods and regulations should be introduced in irrigation, where production will not be interrupted and existing water resources will be preserved.
Keywords: Crop water requirement, Groundwater, Karapınar District, Irrigation.

GİRİŞ

Bitki su ihtiyacının bir kısmı ya da tamamının yağışlarla karşılanamadığı bölgelerde, sulama yapılması gerekmektedir. Mevcut suyun tarım arazilerine ulaştırılması amacıyla inşa edilen yapı ve sistemler sayesinde, tarımsal sulama faaliyetleri gerçekleştirilebilmektedir. Bu kaynaklardan yerüstü suları ile birlikte, yer altı suları da tarımsal sulamada önemli bir paya sahiptir.

Dünya'daki toplam su hacminin %2.5'lük (35 milyon km^3) kısmını oluşturan tatlı su kaynaklarının, % 30.1'ini de (10.5 milyon km^3) yer altı suları oluşturmaktadır (Anonim, 2022a). Bu bilgi ışığında yer altı sularının oldukça düşük bir orana (% 0.75) sahip olduğunu söylenebilir. Yer altı suları, yağışların toprak alt katmanlarına sızdığı ve buradaki partiküllerin boşluklarında tutunarak depolandığı noktada oluşmaktadır. Aküferlerde toplanan yer altı suları, kapillarite ile kendiliğinden ya da sondaj kuyularının açılması sonucu yer yüzeyine ulaşabilmektedir. Suyun bu kuyular vasıtasıyla bitkilere verilebilmesi için bir enerji kaynağına da ihtiyaç duyulmaktadır. Yer altı su seviyesinin giderek düşmesi ise, hem gereken enerjinin artmasına, hem de su kaynaklarının azalmasına sebep olmaktadır.

Konya Kapalı Havzası, Türkiye kullanılabilir yer altı su potansiyelinin yaklaşık % 17'sine tekabül eden, toplam 2.435 milyar m^3 yer altı su kaynağına sahip iken, yüzey suları 1.93 milyar m^3'lük kısmı oluşturmaktadır (WWF, 2014). Havzanın büyük bir yer altı suyu potansiyeline sahip olması sonucu, yer altı su kuyularından sulama suyu temini önemli bir paya sahiptir. Bunun yanında havzada ruhsatsız kuyuların varlığının fazla olması, su tüketiminin yüksek ve kontrolsüz olmasına sebep olmaktadır.

Küresel ısınma sebebiyle meydana gelen daha fazla buharlaşma, kuraklık ve düzensiz yağış gibi faktörler su kaynaklarının olumsuz etkilenmesine sebep olmaktadır (Karaman ve Gökalp, 2010). Bununla birlikte, Konya bölgesindeki tarım arazilerinde bitki su tüketimi yüksek ürünlerin geçmiş yıllara nazaran daha fazla ekiliyor olması, toplam su kullanımını artırmaktadır. Yararlı yağışların azalmasına karşın, su tüketiminin fazla olması durumu da yer altı su varlığını olumsuz anlamda etkilemektedir.

Yer altı su seviyelerinin azalması sonucu, suyun bitki kök bölgesine ulaştırılabilmesi için gereken enerji miktarı artmakta, bu da üreticilere ekonomik anlamda daha fazla masraf getirmekle birlikte, kullanılan enerji kaynağına bağlı olarak daha yüksek oranda sera gazı emisyonunun açığa çıkmasına sebep olmaktadır. Bazı bölgelerde de obruk gibi insan hayatı için tehlikeli sonuçlar doğurabilecek doğal oluşumlar meydana gelebilmektedir.

Obruklar, yer altı suyunun karbondioksit ile tepkimeye girmesi sonucu ortaya çıkan karbonik asitin, suda eriyebilen kayaçları çözerek yer altında boşluk ve mağara sistemlerini oluşturması ve mağara tavanında yer alan materyallerin zayıf dayanımlı olmalarından dolayı, mağara tavanındaki yapının çökmesi ile meydana gelmektedir (Orhan ve ark., 2020). Konya-Karapınar ilçesinde sayısı son zamanlarda daha da artan obrukların, yer altı su seviyesinin düşmesiyle ilişkisi olduğu bilinen bir gerçektir.

Yer altı su seviyesinin azalmasında ihtiyaçtan fazla kullanılan tarımsal amaçlı suyun büyük bir etkisi bulunmakla birlikte, bu çalışmada Karapınar ilçesine ait iki adet yer altı su seviyesi gözlem kuyusunun 2016-2019 yılları arasındaki değişimine bağlı olarak, yetiştirilen ürünlerin su tüketimine ilişkin sonuçları değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE METOD

Önemli bir tarım potansiyeline sahip olmasına rağmen, düşen toplam yıllık yağışın düşük olduğu bir bölge olan Konya ili Karapınar ilçesi, 2747 km^2 yüzölçümü ve 1026 m deniz seviyesinden yüksekliğe sahiptir. İlçe, Türkiye'nin en az yağış alan yerlerinden biri olup, yıllık toplam 279,5 mm yağışa sahiptir. Bununla birlikte, güneyinde ülkenin en fazla rüzgar erozyonuna maruz kalan sahası da bulunmaktadır (Anonim, 2022b).

Karapınar'da en fazla yağış sırasıyla ilkbahar, kış, sonbahar ve yaz aylarında düşmektedir. En fazla yağış Nisan ve Mayıs aylarında düşmekle birlikte, en az yağışın görüldüğü ay da Ağustos'tur. Yaz mevsiminde düşen yağış, yıllık toplam yağışın sadece % 9'unu oluşturduğu için, ilçede tarımsal sulama zorunlu hale gelmiştir (Yılmaz, 2010).

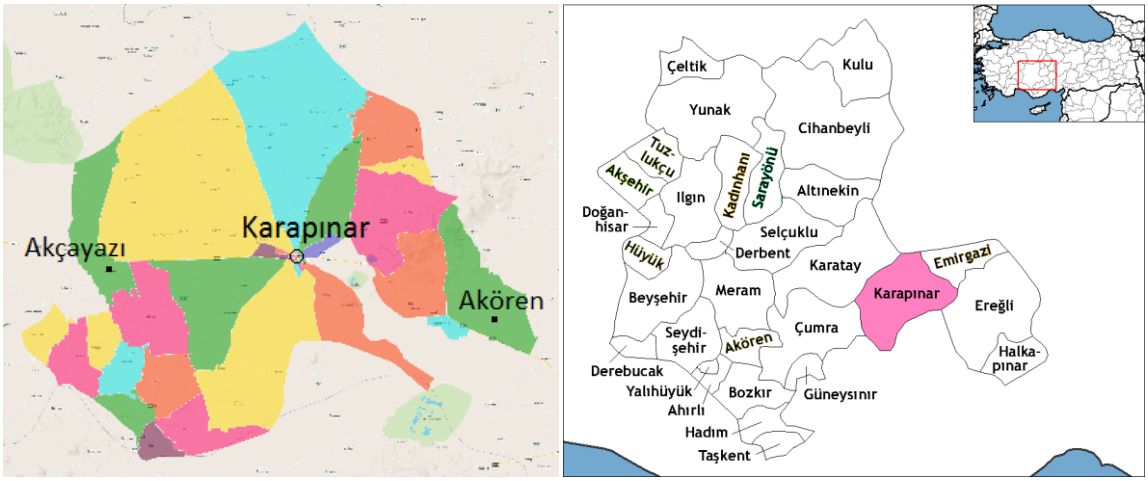
Karapınar ilçesi toplam 135.751,4 ha'lık bir tarım alanına sahip olup, bu değer ilçe yüzölçümünün yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Bu alan içerisinde tarla bitkileri 123.564,6 ha, meyve, içecek ve baharat bitkileri 532,1 ha ve sebzeler 1.654,7 ha'lık bir alanda yetiştirilmektedir. 10.000 ha'lık kısım ise nadasa bırakılmaktadır. İlçede üretim miktarı en yüksek olan başlıca bitkiler; şeker pancarı, mısır, yonca, buğday, patates ve arpadır. Ekim alanlarına baktığımızda, buğday, mısır, arpa, şeker pancarı ve yonca başta gelen bitkilerdir (TÜİK, 2021). Tablo 1'de ilçede en çok üretimi yapılan bitkilere ait bilgiler verilmektedir.

Tablo 1. Karapınar ilçesinde başlıca üretimi yapılan bitkiler ve ekim alanları (TÜİK, 2021)

	Bitki	Üretim Miktarı (ton)	Ekim Alanı (ha)
1	Şeker Pancarı	997.453	16.578,7
2	Mısır	581.595	28.700
3	Yonca	565.600	10.100
4	Buğday	180.236	40.500,2
5	Patates	68.440	1.550
6	Arpa	43.450	16.931,2
7	Domates	42.000	560
8	Ayçiçeği	38.700	9.200
9	Havuç	37.500	750
10	Fiğ	12.460	3.115

Karapınar, tarımsal üretim açısından Konya'nın önde gelen ilçelerindendir. Şeker pancarı ve yonca üretiminde Konya ilçeleri arasında ilk sırada, buğday, mısır, patates ve domates üretiminde ise ikinci sırada yer almaktadır. Ayrıca, Türkiye'de en çok şeker pancarının üretildiği ilçe konumundadır. Görüldüğü üzere, Karapınar ilçesi ülkenin tarımsal üretimine önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

Karapınar sınırları içerisinde yer alan Akören ve Akçayazı Mahalleri'nde bulunan ve DSİ tarafından ölçümleri yapılan iki adet yer altı su seviyesi ölçüm kuyusunun 2016-2019 yılları arasındaki değerleri baz alınarak, çalışma gerçekleştirilmiştir. Akören ve Akçayazı Mahalleleri, 2019 yılı verilerine göre sırasıyla 564 ve 694 nüfusa sahip olup, Karapınar ilçe merkezine sırasıyla 29 km ve 26 km uzaklıkta bulunmaktadırlar (Anonim, 2022c). İlçeyi temsil etmesi açısından bu iki bölge seçilmiştir (Şekil 1).

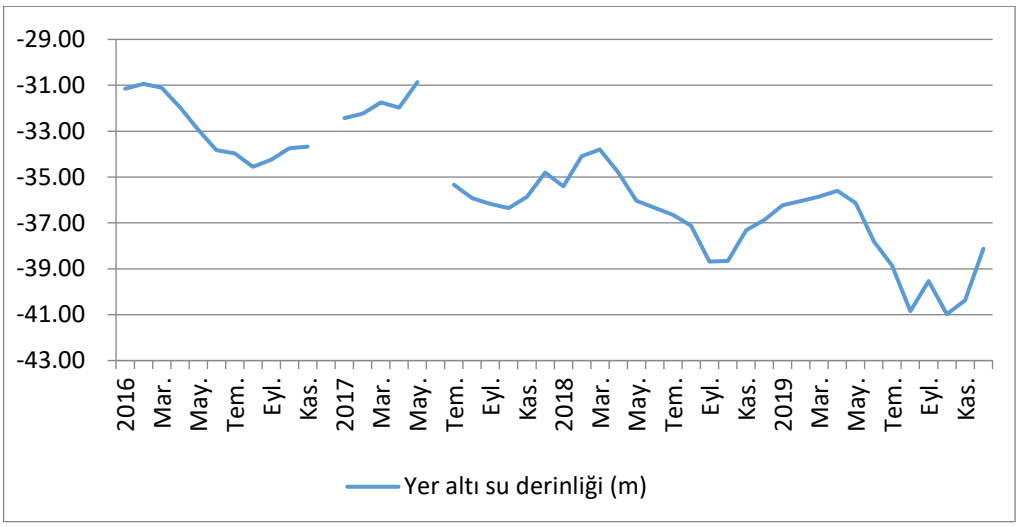


Şekil 1. Akören ve Akçayazı Mahallelerinin Karapınar ilçesindeki konumu (Anonim, 2018).

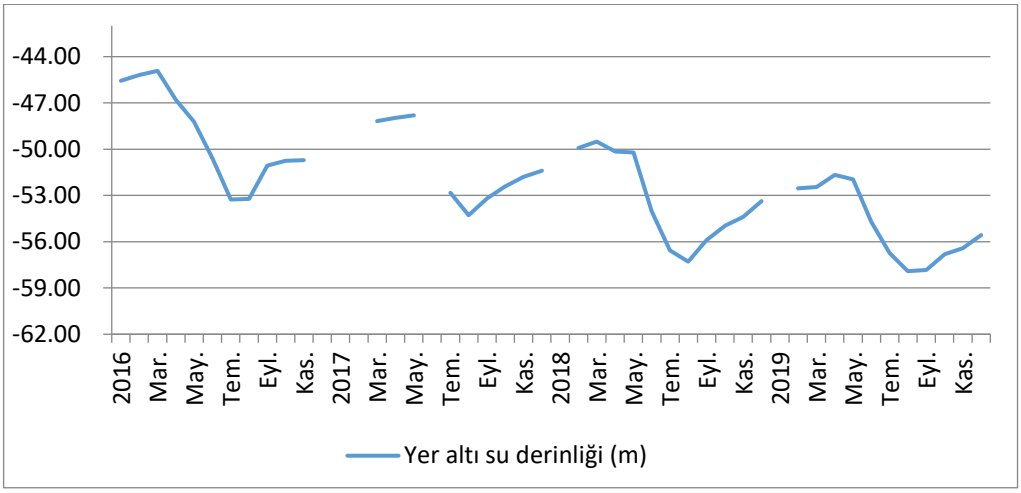
Gözlem kuyularının 2016 Ocak ayı ve 2019 Aralık ayı arasındaki yer altı su seviyesi değerleri Devlet Su İşleri IV. Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışmada, su seviye değişimleri ile bölgede yetiştirilen bitkilerin toplam su ihtiyaçları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bitki ekiliş alanları (ha) ve bitki su tüketim değerleri (mm) çarpılarak, toplam bitki su ihtiyacı (m^3) bulunmuştur. Yer altı su seviyesinin düşmesi sonucu meydana gelebilecek problemlerle birlikte çözüm yolları ortaya konulmuştur.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Karapınar ilçesi Akören ve Akçayazı Mahallelerindeki yer altı su seviyesi ölçüm kuyularına ilişkin grafikler, Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmektedir. Grafikler incelendiğinde, Karapınar ilçesine yıllık toplam yağışın % 91'inin ilkbahar, sonbahar ve kış mevsimlerinde düşmesi nedeniyle, yer altı su seviyelerinin yaz mevsiminden sonraki aylarda artmaya başladığı görülmektedir. En fazla yağış, Nisan ve Mayıs aylarında düşse de, bu aylardan itibaren başlayan sulama faaliyetleri neticesinde, su seviyesi çoğunlukla Mart ayından sonra düşmeye başlamış ve Ağustos ayında yılın en düşük seviyesine ulaşmıştır.



Şekil 2. Akören Mahallesi yer altı suyu seviye değişimi (2016-2019) (DSİ, 2020)



Şekil 3. Akçayazı Mahallesi yer altı suyu seviye değişimi (2016-2019) (DSİ, 2020)

Gözlem kuyularındaki toplam değişimle birlikte, yılın ilk ve son aylarındaki seviye değerleri baz alınarak oluşturulan yıllık değişim değerleri Tablo 2'de verilmiştir. 2016-2019 yılları arasındaki toplam değişime baktığımızda, yer altı su seviyesi Akören gözlem kuyusunda yaklaşık 7 m, Akçayazı gözlem kuyusunda ise 10 m düşmüş durumdadır. Yer altından tarımsal ya da diğer amaçlarla (içme kullanma, endüstriyel vb.) çekilen su miktarının yağışlarla karşılanamıyor olması, su seviyelerinin giderek düşmesine sebep olmaktadır.

Yıllık değişimler incelendiğinde, her iki kuyu için de en yüksek seviye değişiminin 2016 yılında yaşandığı, son yıllarda ise seviye değişim oranlarının giderek azaldığı görülmektedir. Bunun sebebi, yer altı su seviyesinin giderek çekilmesi sonucu, suyun yeryüzüne ulaşması için daha fazla enerji gerekmesi ve sulama faaliyetinin 2016 yılına oranla aynı verim ile yapılamıyor olmasından kaynaklanmaktadır.

Tablo 2. 2016-2019 yılları arasında gözlem kuyularındaki yer altı su seviyesi değişimi (DSİ, 2020)

Yıllar	Akören				Akçayazı			
	İlk aydaki su seviyesi (m)	Son aydaki su seviyesi (m)	Yıllık değişim		İlk aydaki su seviyesi (m)	Son aydaki su seviyesi (m)	Yıllık değişim	
			m	%			m	%
2016	-31.15 (Ocak)	-33.68 (Kasım)	-2.53	8.12	-45.57 (Ocak)	-50.71 (Kasım)	-5.14	11.3
2017	-32.43 (Ocak)	-34.81 (Aralık)	-2.38	7.33	-48.18 (Mart)	-51.39 (Aralık)	-3.21	6.66
2018	-35.41 (Ocak)	-36.87 (Aralık)	-1.46	4.12	-49.92 (Şubat)	-53.37 (Aralık)	-3.45	6.91
2019	-36.23 (Ocak)	-38.13 (Aralık)	-1.9	5.24	-52.54 (Şubat)	-55.57 (Aralık)	-3.03	5.45
-6.98 m (% 22.40) (2016 Ocak-2019 Aralık Toplam Değişim)					**-10.00 m (% 21.94) (2016 Ocak-2019 Aralık Toplam Değişim)**			

Karapınar ilçesinde yetiştirilen başlıca ürünlerin 2016-2019 yılları arasındaki ekilen alan büyüklükleri (ha) Tablo 3'te verilmiştir. Yıllık bitki su tüketimi yüksek olan şeker pancarı, mısır ve ayçiçeği gibi bitkilerin ekim alanlarının artması buna karşın buğday ve arpa gibi hububat bitkilerinin ekim alanlarının azalması, sulamada ihtiyaç duyulan toplam sulama suyu miktarını artırmaktadır. Bununla ilgili olarak, Tablo 4'te bitkilerin yıllık toplam su tüketim miktarları (mm) verilmiştir. Yıllık bitki su tüketimi ve ekilen alan değerleri vasıtasıyla hesaplanan toplam bitki su ihtiyaçları (m^3) Tablo 5'te verilmiştir.

Araştırmanın yapıldığı bitkilerin toplam bitki su ihtiyaçları 2016 yılında 602.018.754,3 m^3 iken, 2019 yılında yaklaşık %12 artarak 673.835.668,2 m^3 olmuştur. Özellikle 2019 yılındaki su ihtiyacı miktarında bir önceki yılın değerine oranla büyük bir artış yaşanmıştır. Yer altı su seviye değişimleri ve toplam bitki su ihtiyacı arasındaki ilişkiyi gösteren grafik, Şekil 4'te verilmektedir. Grafikte, Akören ve Akçayazı kuyularındaki seviye düşüşleri ve toplam bitki su ihtiyacının ilk yıla göre (2016) artış oranları yüzdesel olarak ifade edilmektedir. Şekil 4 incelendiğinde, 2016-2019 yılları arasında yeraltı su seviyeleri ile bitki su tüketimleri arasında zıt yönde bir paralellik olduğu söylenebilir.

Tablo 3. Karapınar ilçesinde yetiştirilen başlıca ürünlerin 2016-2019 yılları arasındaki ekilen alan büyüklükleri (ha) (TÜİK, 2021)

Bitki	2016	2017	2018	2019
Şeker Pancarı	7.317,2	8.180,5	7.491,6	10.939,1
Mısır (Dane)	23.868,2	21.436	24.296,6	24.484,3
Mısır (Silaj)	2.500	2.500	2.500	5.700
Yonca	6.700	6.700	6.700	9.500
Buğday	32.902,3	33.177,4	34.001,2	27.977,5
Patates	458,4	500	1.200	1.310
Arpa	19.368,6	16.456,2	17.805,7	15.870
Domates	560	560	560	650
Ayçiçeği	4.789,8	9.600	7.152,3	8.620,2
Havuç	270	270	1.650	1.620

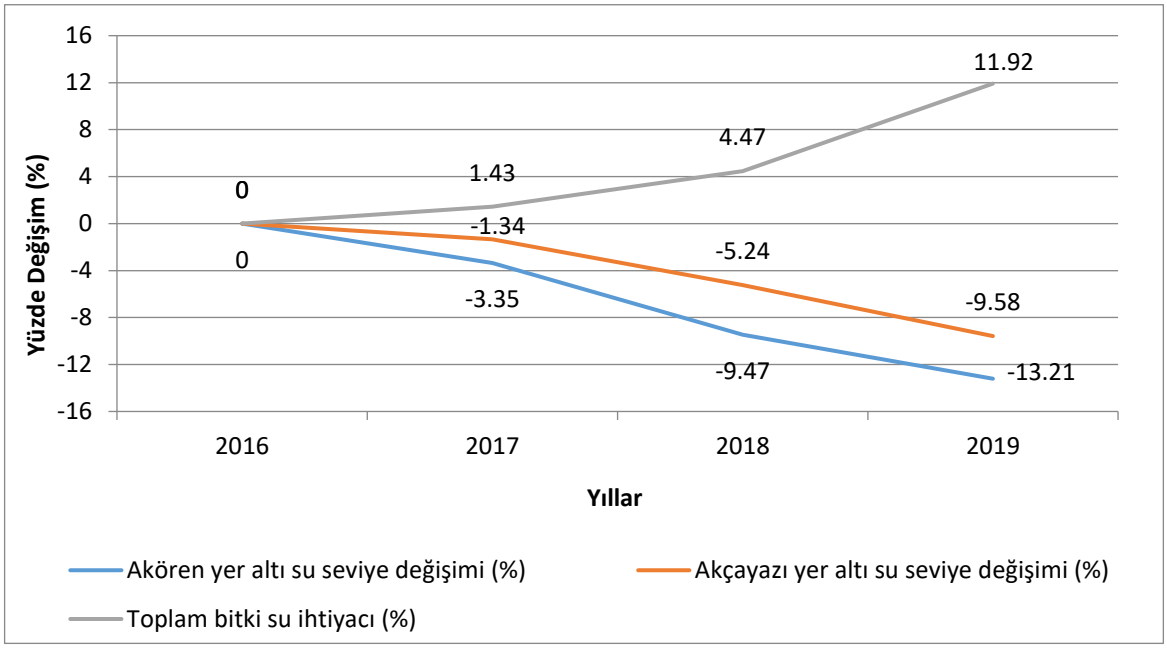
Tablo 4. Karapınar ilçesinde yetiştirilen başlıca ürünlerin yıllık toplam bitki su tüketim miktarları (mm) (TAGEM, 2017)

Bitki	Yıllık Bitki Su Tüketimi (mm)
Şeker Pancarı	870.4
Mısır (Dane)	733.1
Mısır (Silajlık)	602.1
Yonca	809.1
Buğday*	498.5
Patates	663.1
Arpa	472.4
Domates*	683.6
Ayçiçeği	645.5
Havuç	292.1

* FAO tarafından geliştirilen CropWat 8.0 yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır.

Tablo 5. Karapınar ilçesinde yetiştirilen başlıca ürünlerin 2016-2019 yılları arasındaki toplam su ihtiyacı (m^3)

Bitki	2016	2017	2018	2019
Şeker Pancarı	63.688.908,8	71.203.072,0	65.206.886,4	95.213.926,4
Mısır (Dane)	174.977.774,2	157.147.316,0	178.118.374,6	179.494.403,3
Mısır (Silaj)	15.052.500,0	15.052.500,0	15.052.500,0	34.319.700,0
Yonca	54.209.700,0	54.209.700,0	54.209.700,0	76.864.500,0
Buğday	164.017.965,5	165.389.339,0	169.495.982,0	139.467.837,5
Patates	3.039.650,4	3.315.500,0	7.957.200,0	8.686.610,0
Arpa	91.497.266,4	77.739.088,8	84.114.126,8	74.969.880,0
Domates	3.828.160,0	3.828.160,0	3.828.160,0	4.443.400,0
Ayçiçeği	30.918.159,0	61.968.000,0	46.168.096,5	55.643.391,0
Havuç	788.670,0	788.670,0	4.819.650,0	4.732.020,0
Toplam	**602.018.754,3**	**610.641.345,8**	**628.970.676,3**	**673.835.668,2**



Şekil 4. Kuyulardaki yer altı su seviyesi düşüşü ve toplam bitki su ihtiyacı miktarının artışındaki yüzdelik değişimler (%)

Doğdu ve ark. tarafından 2007 yılında yapılan bir çalışmada, Konya-Karapınar ilçesinde 1982-2007 yılları arasında yer altı su seviyesinin yıllık ortalama 0.7 m azaldığı bildirilmektedir. Bu çalışmada ise 2016-2019 yılları arasında Akören ve Akçayazı kuyularında yer altı suyu seviyesi yıllık ortalama olarak sırasıyla 1.75 m ve 2.5 m azaldığı tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan hareketle, ilçede 35 yıl içerisinde gerçekleşen yer altı su seviyesindeki azalma, iklim değişikliği ve küresel ısınmaya bağlı olarak 4 yılda yaklaşık 2.5-3.0 katına çıkmıştır. Hatta Konya Kapalı Havzası'ndaki yıllık 1 m'lik yer altı suyu çekilmesinin bile birçok sorunu beraberinde getireceği öngörülmüştür (Üstün ve ark., 2007).

Yer altı suyunun çekilmesi ile obruk oluşum süreci bir miktar hızlanmakta olup Karapınar ilçesinde obruk sayısı büyük bir hızla artmaktadır. Karapınar-Eskil arasındaki bölgede, 2017 yılı sonu itibariyle 299 obruk oluşumu tespit edilmesine rağmen, 2021 yılı sonu itibariyle 700'ü 1 m'den daha derin ve 1850 civarında çapları birkaç m'den 50-60 m'ye değişen 1 m'den daha sığ obruklar tespit edilmiştir. Oluşan obrukların büyüklükleri, yer altı su seviyesine bağlı olduğu için, seviye derinlere gittikçe obrukların büyüklüğü de artmakta ve çevreyi ciddi derecede tehdit etmektedir (Anonim, 2022d).

SONUÇ

Konya ili Karapınar ilçesinde bulunan iki yer altı su seviyesi gözlem kuyusundan 2016-2019 yılları arasında alınan ölçüm değerleri baz alındığında, yıllık seviye düşüşünün geçmiş yıllara nazaran daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun ivme kazanmasının başlıca sebebi, ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarının artması ve yıllık ilçeye düşen yağış miktarının giderek azalmasıdır. Özellikle suyu fazla tüketen bitkilerin (şekerpancarı, mısır başta olmak üzere) ekilen alanlarının artıp, hububat alanlarının azalması daha fazla suyun tarımda kullanılması sonucunu doğurmaktadır. Fakat, şeker pancarı ve mısır gibi bitkilerin üretimi açısından Karapınar ilçesinin, Türkiye'de oldukça önemli bir konuma sahip olduğu biliniyorken, bir anda bu bitkilerin ekiliş alanlarının azaltılması da sağlıklı sonuçlar vermeyebilir. Bu yüzden hem bitki üretiminin sürdürülebilirliğinin sağlanması hem de mevcut su kaynaklarının daha verimli kullanılabilmesi adına tarım alanında uzman kişi ya da kuruluşlar tarafından, uzun yılları kapsayacak bir üretim planlaması ortaya konulmalıdır.

Yer altı su seviyesinin düşmesi sonucu, suyun bitki kök bölgesine olan uzaklığı artacağı için, suyun yer yüzeyine ulaşabilmesi gereken enerji miktarı da artacaktır. Yer altı kuyularından sulama yapabilmek amacıyla, havzada çoğunlukla elektrik enerjisinden faydalanılmaktadır. Elektrik şebekesinin kurulumu ve sondaj gibi masraflarla birlikte, çiftçilerin elektrik için ödedikleri tutar, yer altı su seviyesinin düşmesiyle daha da artacaktır. Dizel yakıt kullanılarak sulamanın yapıldığı kuyularda da aynı durum söz konusudur. Maddi kaybın yanı sıra, fazladan harcanan enerji neticesinde başta CO_2 olmak üzere, çeşitli sera gazlarının emisyonunun artmasına ve son dönemlerde etkisi artan küresel ısınmanın daha da şiddetlenmesine sebep olacaktır.

Harcanan fazla enerjinin yanı sıra, su kaynağının debisinde de azalmalar yaşanabileceğinden dolayı, sulama süresi artmakta ya da bazı noktalarda sulama yapılamamaktadır. Yağışların giderek azalıyor olması ise, Konya bölgesinde hububat gibi tamamen ya da kısmen yağışa dayalı şekilde yetiştirilen ürünlerde verim kayıplarına sebep olacaktır. Bu gibi durumların olumsuz etkisi son yıllarda daha net bir şekilde hissedildiği için, öncelikle bir planlama yapılmalı ve ona göre hareket edilmelidir. Su kaynaklarının bu bağlamda, gelişigüzel ya da kişi ya da kurumlar arasında bir bağlantı olmadan, bağımsız bir şekilde kullanılması, su kullanımının kontrol altına alınamamasına sebep olacaktır. Bu nedenle; doğru bitki deseninin tespit edilmesi, uygun sulama yöntemlerinin uygulanması ve gereksiz sulamadan kaçınılması gibi önerilerin, üretici ve bu konuda söz sahibi kurum ve kuruluşların koordinasyonunun sağlanılarak, planlı ve geleceğe dönük bir şekilde uygulanması gerekmektedir.

Suyun dünya genelinde yaklaşık %70'lik oranda büyük bir kısmının tarımda kullanıldığı düşünüldüğünde, mevcut yağışlara karşılık ihtiyaç duyulan toplam sulama suyunun azaltılamıyor olması, yer altı su seviyelerinin olumsuz bir tablo çizmesini sürekli hale getirecektir. Bunun bir sonucu olarak, sayıları giderek artmakta olan obruk gibi oluşumlar da hem verimli toprakların kaybolmasına sebep olmakta, hem de insan hayatı için bir tehdit unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde, Karapınar gibi düşük yağış almasına rağmen yoğun bir şekilde tarımsal faaliyetlerin sürdürüldüğü tarım potansiyeli yüksek olan bölgelerde veya ilçelerde, sulamada yer altı sularının etkin kullanılması adına gerekli planlama yapılarak koordineli bir şekilde ve vakit kaybetmeden uygulamaya geçirilmelidir.

KAYNAKLAR

Anonim 2018. Konya Karapınar'ın Mahalleleri. Available at: https://www.atlasbig.com/tr/konya-karapinarin-mahalleleri [20.11.22]

Anonim 2022a. Dünya Genelinde Su Kaynaklarının Durumu. Available at: https://www.artemisaritim.com/dunya-genelinde-su-kaynaklarinin-durumu [25.11.22]

Anonim 2022b. Karapınar, T.C. Konya Valiliği. Available at: http://www.konya.gov.tr/karapinar [20.11.22]

Anonim 2022c. Akçayazı, Karapınar ve Akören, Karapınar sayfaları, Vikipedi. Available at: https://tr.wikipedia.org/wiki [22.11.22]

Anonim 2022d. Konya Teknik Üniversitesi Obruk Uygulama, Araştırma Merkezi. Available at: https://www.ktun.edu.tr/tr/Birim/Index/?brm=LI4ZaR6VzKx3bmsGxi2H4w== [25.11.22]

Doğdu MŞ, Toklu MM, Sağnak C 2007. Konya Kapalı Havzası'nda Yağış ve Yeraltı Suyu Değerlerinin İrdelenmesi. I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi. Bildiri Kitabı:394-402, 11-12 Nisan 2007, İstanbul.

DSİ 2020. Devlet Su İşleri IV. Bölge Müdürlüğü. Jeoteknik Hizmetler ve YAS Şube Müdürlüğü Şubesi Verileri.

Karaman S, Gökalp Z 2010. Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 3 (1): 59-66, 2010.ISSN: 1308-3945, E-ISSN: 1308-027X.

Orhan O, Kırtıloğlu OS, Yakar M 2020. Konya Kapalı Havzası Obruk Envanter Bilgi Sisteminin Oluşturulması. Geomatik Dergisi – 2020; 5(2); 81-90.

TAGEM 2017. Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketim Rehberi, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara. Available at: https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/Tu%CC%88rkiyede%20Sulanan%20Bitkilerin%20Bitki%20Su%20Tu%CC%88ketimleri.pdf [20.11.22]

TÜİK 2021.Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. Available at: https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr [22.11.22]

Üstün A, Tuşat E, Abbak, RA 2007. Konya Kapalı Havzasında Yer Altı Suyu Çekilmesi ve Olası Sonuçlarının Jeodezik Yöntemlerle İzlenmesi. 3. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, pp. 52-61.

WWF 2014. Konya'da Suyun Bugünü Raporu, *Ofset Yapımevi.* Available at:https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/konya_da_suyun_bugnu_raporu.pdf [20.11.22]

Yılmaz 2010. Karapınar Çevresinde Yer altı Suyu Seviye Değişimlerinin Yaratmış Olduğu Çevre Sorunları. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi 2(2), 145-163.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Dünya ve Türkiye'de hububatın mevcut durumu ve iklim değişikliğinin hububat üzerine etkisi

Elif ŞAHİN SUCİ*[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5945-0757*),
Mehmet Akif KALENDER[1](*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3258-7945*)

*[1]Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: esahin@selcuk.edu.tr

Özet

Dünya'da çok uzun zamandır etkisi hissedilen iklim değişikliğinin olumsuz etkileri, özellikle yarı-kurak iklim kuşağında bulunan Türkiye için tehlike arz etmektedir. Ortalama sıcaklıklar 1860'tan günümüze kadar yaklaşık 0,5-0,8 ºC artmıştır ve eğer gerekli önlemler alınmazsa 21. Yüzyılın sonunda küresel sıcaklıkların ortalama 2 ºC artması beklenmektedir. Küresel sıcaklıkta bu artışlarla birlikte 2100 yılına kadar ortalama yüzey sıcaklıklarının dünya genelinde 1,4-5,8 ºC arasında artacağı öngörülmektedir (Kadıoğlu ve Dokumacı, 2005; Öğüt, 2008). Küresel ısınma ve bunun sonucunda oluşan iklim değişikliği ile birlikte meteorolojik olaylarda dengesizlikler (sel baskınları, yağış düzensizlikleri, aşırı kuraklık) ortaya çıkmakta olup bu değişikliklerden en çok etkilenen faaliyet alanı ise tarımdır. İklim değişikliğinden hem etkilenen hem de bu değişimi etkileyen tarımsal faaliyetler ile artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılayabilmek için yeni tip tarımsal uygulamaların geliştirilmesi ve mevcut su kaynaklarının etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. İnsan beslenmesinde günlük enerji miktarının %55-60'ını oluşturan ve günlük diyette olmazsa olmaz karbonhidratlar açısından en zengin besin kaynağı tahıllardır ve ayrıca hayvan yemi olarak ve sanayide hammadde olarak kullanılmaktadır. 2021 yılında dünyada 2226 milyon ton hububat üretimi gerçekleşmiş olup bu üretimin yaklaşık %86'sı mısır ve buğdaydan oluşmaktadır. Dünya nüfusunun %1,06'sını oluşturan ülkemizde ise 2021 yılında 35,2 milyon ton hububat üretilmiştir ve bu üretimin yaklaşık %55'ini tek başına buğday oluşturmaktadır. Yürütülen araştırmalara göre son on yıl içerisinde kişi başına hububat tüketimi Dünya'da yaklaşık %23 artarak 263kg'dan 323 kg'a yükselmesine rağmen Türkiye'de 477 kg'dan 480 kg'a (%0,6 artış) ulaşmıştır (IGC, 2021; TÜİK 2021). Bu çalışmada insan beslenmesinde enerji kaynağı olmasının yanı sıra hayvancılık sektöründe yem, sanayi sektöründe hammadde kaynağı olarak tüketilen tahılların, Dünya ve Türkiye'deki durumu ve iklim değişikliğinin bu ürünlerin üzerine etkilerinin ne olacağı ile ilgili bilgiler verilecektir.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, Küresel ısınma, Hububat, Buğday, Mısır

The current situation of cereals in the world and in Turkey and the effect of climate change on cereals

Abstract

The negative effects of climate change, which have been felt in the world for a long time, pose a danger especially for Turkey, which is located in the semi-arid climate zone. Average temperatures have increased by about 0.5-0.8°C since 1860, and global temperatures are expected to increase by an average of 2°C by the end of the 21st century if necessary precautions are not taken. With these increases in global temperature, it is predicted that the average surface temperatures will increase between 1.4-5.8 ºC worldwide until 2100 (Kadıoğlu and Dokumacı, 2005; Öğüt, 2008). With global warming and the resulting climate change, imbalances (floods, precipitation irregularities, extreme drought) occur in meteorological events, and as for the field of activity most affected by these changes is agriculture. With agricultural activities that are both affecting and affected by climate change, make compulsory the development of new types of agricultural practices and the effective and efficient use of existing water resources in order to meet the food needs of the increasing world population. Grains are the richest food source in terms of carbohydrates, which constitute 55-60% of the daily energy amount in human nutrition and are indispensable in the daily diet, and are also used as animal feed and as raw materials in the industry. In 2021, 2226 million tons of cereals were produced in the world and approximately 86% of this production consists of corn and wheat. In Turkey, which constitutes 1.06% of the world's population, 35.2 million tons of cereals were produced in 2021 and wheat alone constitutes approximately 55% of this production. According to the researches, although the per capita consumption of cereals has increased by 23% in the world from 263 kg to 323 kg in the last decade, it has

reached 480 kg from 477 kg (0.6% increase) in Turkey (IGC, 2021; TUIK 2021). In this study, information about will be given the situation in the world and in Turkey of grains consumed as feed in the livestock sector and raw material in the industry sector in addition to being a source of energy in human nutrition and the effects of climate change on these products.

Keywords: Climate change, Global warming, Cereals (grain), Wheat, Maize

GİRİŞ

Son yıllarda sürekli artan bir eğilimde olan küresel iklim değişikliğinin etkisi özellikle su kaynaklarının azalması ile tarımsal üretimde rekolte kayıpları yaşanmasına ve hatta tarımın yoğun yapıldığı bazı bölgelerde ise su teminin güçleşmesi veya maliyetinin artmasından dolayı istenen ölçekte ve yeterli düzeyde tarla tarımının yapılamamasına sebep olmakta hatta gıda güvencesini de tehlikeye sokmaktadır. Hem Dünya'da hem de Türkiye'de iklim değişikliğinin tarımsal üretime yansıması, Kadıoğlu ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, ürün veriminde azalma, sulama suyuna talebin artması, su kaynaklarının azalmasıyla sulama maliyetinin artması, ekim-dikim-hasat dönemlerinde kaymalar, hastalık ve zararlı türlerde artışlar olarak ifade edilmektedir.

Dünyada, toplam 3,2 milyar hektar olan işlenebilir tarım arazisi vardır ve son yıllarda kişi başına düşen tarım arazisi miktarı gelişmiş ülkelerde yaklaşık %14 azalmasına rağmen gelişmekte olan ülkelerde bu oran %40'lara kadar çıkmaktadır. Kişi başına 0,23 hektar olan tarım arazisinin küresel ısınma ve iklim değişikliğine bağlı olarak 2050 yılında 0,15 hektara düşeceği ve özellikle küresel ısınmanın etkisinin daha şiddetli olduğu bölgelerde tarımsal üretimin %50 azalacağı tahmin edilmektedir (Yönten, 2007; Filinte, 2007; Ateş, 2008).

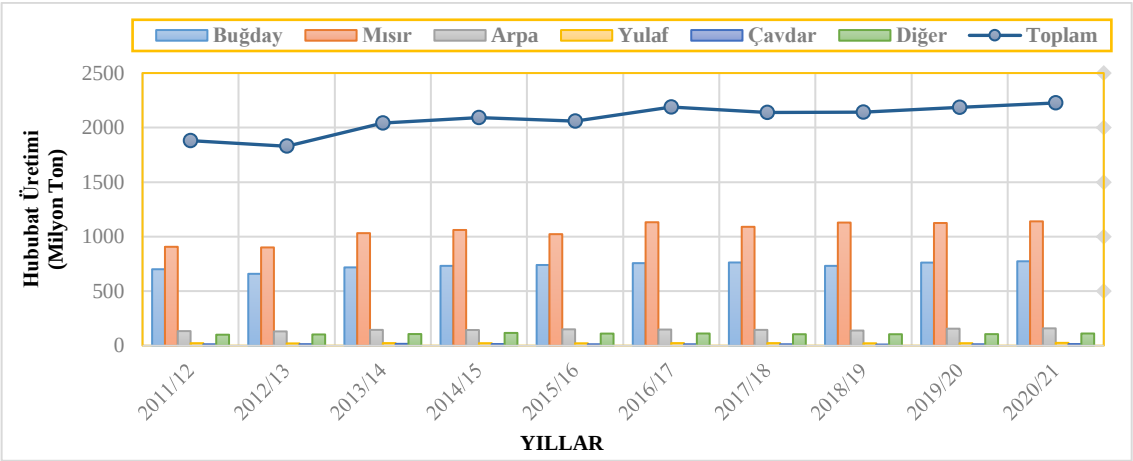
Bölgesel farklılara ve zamana bağlı olarak iklim, tarımsal üretim ve verimi etkileyen en önemli faktördür. Küresel iklim değişikliğinin sonucu olarak sıcaklıkların artması ile özellikle kuzey yarım kürede bulunan yüksek rakımlı ülkelerde veya bölgelerde bitkilerin büyüme sezonunun geçen her 10 yılda 1,2-3,6 gün uzayacağı tahmin edilmektedir (Gitay ve ark., 2001). Foley ve ark., (2011)'na göre tarım, insan yaşamının devamı için gerekli temel besin maddelerini sağlamakla kalmayıp, suyun ve toprağın kullanımına, dolayısıyla tüm ekosistemi bütüncül olarak işleyen yaşamsal bir döngüdür. Küresel iklim değişikliğinin tarımsal üretim üzerine olumsuz etkilerini tamamen önlemek belki mümkün olmayabilir. Ancak bu zararı en az düzeye indirmek amacıyla tarımsal üretim desenini iklim değişikliğine en iyi şekilde adapte edebilecek uygun bir planlama yapılması gerekmektedir. Dünya nüfusunun 2030 yılı itibariyle 8 milyara ulaşacağı ve bu nüfusun beslenebilmesi için de bugünkü gıda üretiminin %60'ı kadar artırılması gerektiği FAO (2017) ve Zaimoğlu (2019) tarafından yapılan çalışmalarda ifade edilmektedir.

Dünya'da ve Türkiye'de Hububat Üretimi-Tüketimi

Dünya'da 2021 yılı itibariyle 616 tonu önceki yıldan olmak üzere 2827,8 milyon ton hububat üretimi olduğu tahmin edilmektedir. Toplam hububatın 737,1 milyon tonu (%26) gıda, 1007 milyon tonu (%36) yem hammaddesi, 359,7 milyon tonu (%13) endüstriyel ve 122 milyon tonu (%4) ise diğer amaçlarla kullanılmıştır ve toplam tüketim 2225,28 milyon olarak gerçekleşmiş olup 602 milyon tonunun (%21) ise stoklandığı tahmin edilmektedir (IGC, 2021). Dünyada toplam hububat üretiminin yıllara göre değişimi Tablo 1 ve Şekil 1'de verilmiştir. Dünya'da hububat üretimi son 10 yılda %18,5 artarak, 1879 milyon tondan 2226 milyon tona ulaşmıştır (Tablo 1, Şekil 1). Tablo 1 incelendiğinde, Dünyadaki toplam hububat üretiminin yaklaşık %86'sını oluşturan mısır ve buğdayın üretim oranları sırasıyla yaklaşık %51 ve %35'tir.

Tablo 1. Dünyada hububat üretiminin yıllara göre değişimi (Milyon Ton)

	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
Buğday	701	659	718	732	740	757	763	732	762	774
Mısır	907	901	1032	1061	1023	1132	1090	1129	1125	1140
Arpa	134	131	145	144	150	148	145	139	156	159
Yulaf	23	21	24	23	22	24	24	22	23	26
Çavdar	13	14	17	15	13	13	13	11	13	15
Diğer	101	103	107	117	111	112	105	105	106	112
Toplam	1879	1829	2043	2092	2058	2189	2139	2141	2185	2226

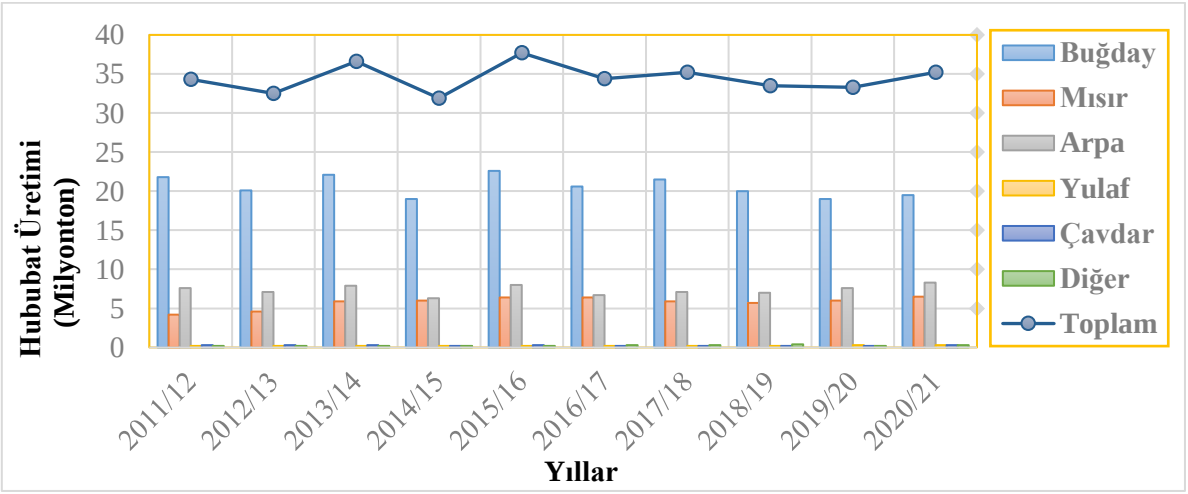


Şekil 1. Dünyada toplam hububat üretimi ve üretimin yıllara göre değişimi

IGC (2021) ve TÜİK (2021) verilerine göre, 2021 yılında Türkiye'nin toplam hububat varlığının 53,9 milyon ton (7,2 milyon ton önceki yıldan, 11,5 milyon tonu ithal ve 35,2 milyon tonu üretim) olduğu tahmin edilmektedir (Tablo 2, Şekil 2). Ülkemizde hububat varlığının 18,2 milyon tonu gıda, 17,7 milyon tonu yem hammaddesi, 1,4 milyon tonu endüstriyel amaçla ve 3,1 milyon tonu diğer amaçlar için tüketilmiş olup, toplam hububat tüketimi 40,4 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. IGC (2021) tahminlerine göre ülkemizde toplam 6,9 milyon ton hububat ihraç edilmiş ve 6,6 milyon ton hububat stoklanmıştır. Türkiye'de ise 2011-2021 yılları arasında hububat üretimi %2,5 artarak 34,3 milyon tondan 35,2 milyon tona ulaşmıştır (Tablo 2).

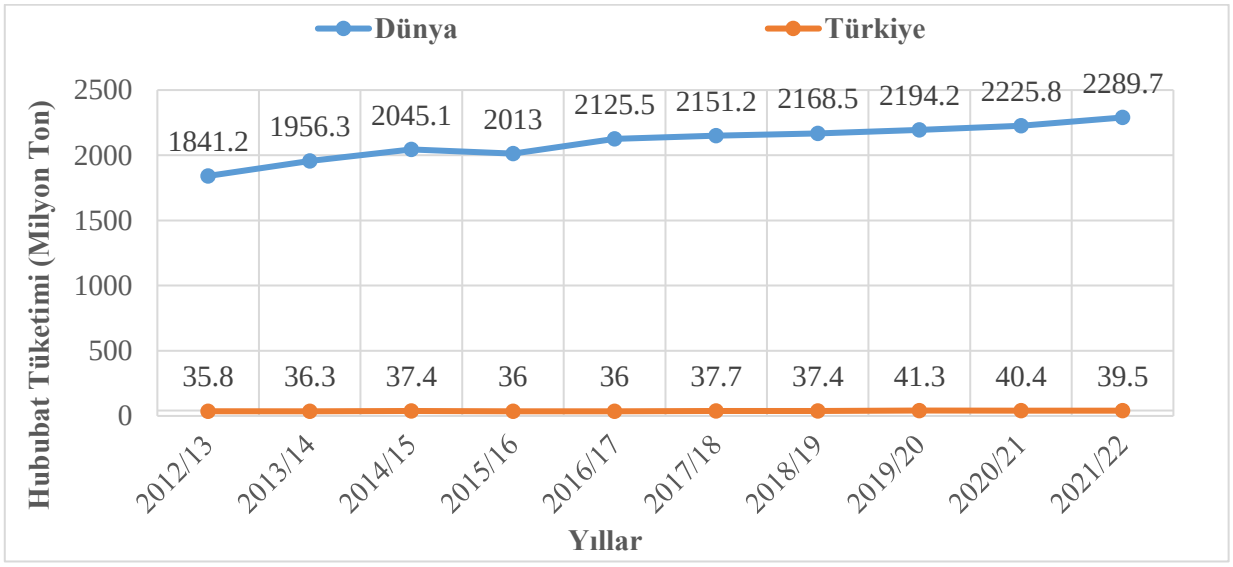
Tablo 2. Türkiye'de hububat üretiminin yıllara göre değişimi

	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21
Buğday	21,8	20,1	22,1	19	22,6	20,6	21,5	20	19	19,5
Mısır	4,2	4,6	5,9	6	6,4	6,4	5,9	5,7	6	6,5
Arpa	7,6	7,1	7,9	6,3	8	6,7	7,1	7	7,6	8,3
Yulaf	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Çavdar	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Diğer	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3
Toplam	34,3	32,5	36,6	31,9	37,7	34,4	35,2	33,5	33,3	35,2



Şekil 2. Türkiye'de toplam hububat üretimi ve üretimin yıllara göre değişimi

Dünya nüfusunun yaklaşık %1'ini oluşturan Türkiye'de, 2021 toplam hububat tüketimimiz dünyadaki toplam tüketimin yaklaşık %1,73'üne karşılık gelmesine rağmen, hububat üretimimiz toplam üretimin yaklaşık %1,6'sına karşılık gelmektedir (Tablo 1-2, Şekil 3). Dünya'da kişi başına hububat tüketimi son on yılda nüfus artışıyla orantılı olarak 263 kg'dan 323 kg'a yükselmesine rağmen Türkiye'de son on yılda kişi başına hububat tüketimi 477 kg'dan 480 kg'a ulaşmıştır (IGC, 2021; TÜİK 2021).

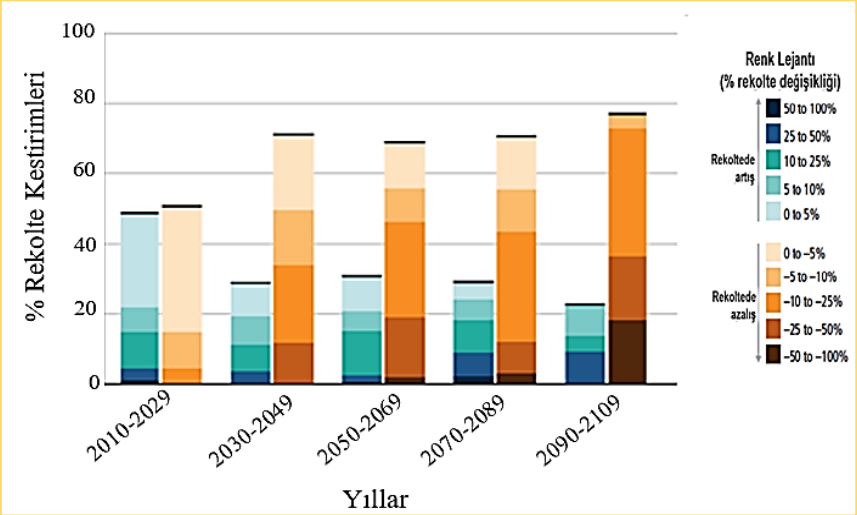


Şekil 3. Dünya ve Türkiye'de toplam hububat tüketiminin yıllara göre değişimi

İklim Değişikliğinin Hububat Üzerine Etkileri

Dünya nüfusunun artışıyla birlikte gıda talebindeki artış buna karşın tarımsal üretim miktarındaki kayıplar, gıda fiyatlarının artmasına ve sonuç olarak da her bireyin güvenli ve yeterli düzeyde sağlıklı gıdaya erişim daha kritik bir noktaya gelecektir. Yapılan bir çalışmada, tarımsal üretim miktarında düşüşler nedeniyle tarım sektöründeki fiyat artışlarının diğer tüm sektörlere göre daha yüksek olacağı, hatta gerekli politik önlemler alınmazsa tarımsal gıda maddelerindeki fiyat artışlarının %250'ye ulaşabileceği tahmin edilmektedir (Voyvoda, 2017). Hasegawa ve ark. tarafından 2018 yılında yürütülen bir çalışmanın sonuçlarına göre, farklı iklim modelleri uygulansa bile 2050 yılında tarımsal ürünlerin verimlerinin %17 oranında düşmesi, buna karşın gıda fiyatlarının ise %20 artması beklenmektedir.

IPCC (2014) ve Porter ve ark. (2014) tarafından yapılan bir çalışmada 21. Yüzyılda ürün rekoltelerinde öngörülen değişiklikler Şekil 4'te verilmiştir. Yapılan çalışmaya göre 2030'a kadar dünya çapında ürün rekoltelerinde meydana gelen artış ve azalış miktarları birbirlerini dengeleyebilmesine rağmen 2109 yılına kadar %50'nin üzerindeki rekolte kayıplarının artacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 4. İklim değişikliği sebebiyle 21. Yüzyılda ürün rekoltelerinde öngörülen değişiklikler

Ülkemizde iklim değişikliği ile birlikte, buğday, arpa ve mısır gibi tarımsal ürünlerde rekolte kayıplarının artacağı ve verimlerinin azalacağı, verim düşüşünün arpa ve mısırda 2020'li yılların başından itibaren, buğdaydaki verim artış trendinin ise 2030'lu yılların başından itibaren duraksayacağı hatta 2050 yılında mısır üretiminde %10'a varan kayıplar olacağı Voyvoda ve ark. (2017) tarafından yapılan bir araştırmada vurgulanmaktadır.

Lobell ve arkadaşları tarafından 2011 yılında uzun yıllar dünyada iklim eğilimleri ve tarımsal ürün verimini belirlemek için yaptıkları bir çalışmada, hava sıcaklığının 30 ºC'nin üzerine çıkması ile buğday ve mısırda bitkilerinin sıcaklığa karşı duyarlılığının arttığını ve özellikle büyüme döneminde bu sıcaklıkların görülmesi ile sulama yapılan koşullarda yaklaşık %1'lik, kurak koşullarda ise %1,7'lik verim kaybı meydana geldiği tespit edilmiştir.

Daha önceki çalışmalara da göz önünde bulundurulduğunda, IPCC (2014) tarafından yayınlanan beşinci değerlendirme raporunda birçok bölgede özellikle de buğday ve mısır üretiminin iklim değişikliği ve kuraklıktan olumsuz bir şekilde etkilenebileceği belirtilmektedir. Ayrıca raporda, Akdeniz havzasında bulunan Türkiye gibi ılıman iklim kuşağında olan ülkelerde bu etkilerin daha şiddetli olabileceği vurgulanmaktadır.

İklim değişikliğinin Türkiye'deki tarım üzerindeki ekonomik etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla Dellal ve ark. (2011) tarafından yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre, ülkemizde bazı tarım ürünlerinde (arpa, buğday, mısır ve ayçiçeği) %5 ile %12,5 arasında düşüşler olabileceği öngörülmektedir (Tablo 3). Ürünlerin tamamına bakıldığında ortalama verim kayıpları %9,2 ile en fazla Doğu Anadolu Bölgesi'nde olmasına rağmen tarım arazisi varlığı bakımından ülkemiz topraklarının büyük oranını oluşturan İç Anadolu Bölgesi'ndeki verimde %8,5'luk kayıp çok daha önemli olmaktadır. Bölgelerin ortalamasına bakıldığında en fazla verim kaybının mısırda (%10,14) olması beklenmekte iken %7,56 verim kaybı ile mısırı buğday ve arpa takip etmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Türkiye'de bölgesel olarak bazı tarımsal ürünleri verimindeki değişimler (%)

	Karadeniz (%)	Marmara (%)	Ege (%)	Akdeniz (%)	İç Anadolu (%)	Doğu Anadolu (%)	Güneydoğu Anadolu (%)	ORTALAMA
Buğday	-6.0	-10.3	-7.2	-6.5	-7.4	-8.3	-7.2	-7.56
Mısır	-7.4	-7.9	-11.0	-10.9	-12.5	-12.1	-9.2	-10.14
Arpa	-7.0	-8.5	-7.2	-6.0	-8.2	-8.5	-7.5	-7.56
Ayçiçeği	-5.0	-5.9	-6.6	-6.8	-7.3	-7.9	-6.3	-6.54
ORTALAMA	-6.35	-8.15	-8.0	-7.55	-8.85	-9.2	-7.55	-7.95

SONUÇ

Sonuç olarak tarımsal üretim, küresel kuraklık ve iklim değişikliğinden en çok etkilenen sektörlerden birisidir ve bölgesel farklılıklara göre kısa veya uzun vadede verim kayıpları kaçınılmazdır. İklim değişikliği, tarımsal faaliyetlerin devamlılığını ve insanların temel besin ihtiyaçlarının karşılanabilme düzeyini ve dolayısıyla gıda güvenliğini de etkilemektedir. Tarımsal üretimde anlık alınan önlemler ile birim alandan elde edilen ürün miktarı (verimi) artmasına rağmen etkisini giderek artıran küresel ısınmadan dolayı bu önlemler yetersiz kalacaktır. Özellikle insanların günlük diyetlerinin çok önemli bir bölümünü karşılayan ancak hasadından pazarlanmasına kadar %50-60 kayba uğrayan tahılların üretiminde birim alandan veriminin artırılması tek başına yeterli olamayacak aynı zamanda üretilen tahılın tüketilinceye kadar sağlıklı bir şekilde muhafazası da önemli olacaktır. Uygun depolama yapılarında ve depolama koşullarında muhafaza edilen tarımsal ürünler, besin değerlerini mümkün olan en üst seviyede koruyabilecek ve fire oranları azaltılarak daha fazla ve daha kaliteli ürün insanlara ulaştırılacaktır. 21.Yüzyılın sonlarına kadar küresel sıcaklığın 2 ^{o}C daha yüksek olacağı tahminlerinden hareketle, sıcaklıkların yükselmesiyle ekosistemde var olan denge negatif yönde bozulacak ve insanların dengeli beslenebilmeleri için yeterli miktarda ve kaliteli gıda maddelerine ulaşmaları da zorlaşacaktır. Küresel ısınmanın zararlı ve yıkıcı etkilerini mümkün olabilecek en alt seviyeye indirebilmek için kuraklığın ne gibi risklere sebep olabileceğini iyi anlamak, analiz etmek ve süreci etkin bir şekilde yönetebilmek ve hem anlık hem de uzun vadeli çözüm önerileri sunabilecek eylem planları yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Ateş İ 2008. Küresel ısınmanın sebep olacağı siyasal ve ekonomik gelişmeler ve muhtemel Türkiye yansımaları. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 76 s.

Dellal İ, McCarl BA, Butt T 2011. The economic assessment of climate change on Turkish agriculture. Journal of Environmental Protection and Ecology, 12(1): 376-385.

FAO 2017. Water for Sustainable Food and Agriculture: A Report Produced for the G20 Presidency of Germany. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. Available at: https://www.fao.org/3/i7959e/i7959e.pdf [10.11.2022]

Foley JA, Ramankutty N, Brauman KA, Cassidy ES, Gerber JS, Johnston M, Mueller ND, O'Connell C, Ray DK, West PC, Balzer C, Bennett EM, Carpenter SR, Hill J, Monfreda C, Polasky S, Rockström J, Sheehan J, Siebert S, Tilman D, Zaks DP 2011. Solutions for a cultivated planet. Nature, 478(7369): 337-342.

Filinte HM 2007. Yaklaşan küresel iklim krizi. Yeni İnsan Yayınevi, İstanbul.

Gitay H, Brown S, Easterling W, Jallow B, Antle J, Apps M, Beamish R, Chapin T, Cramer W, Frangi J 2001.Ecosystems and their goods and services, In: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Eds: Cambridge University Press, p. 235-342.

Hasegawa T, Fujimori S, Havlík P, Valin H, Bodirsky BL, Doelman JC, Fellmann T, Kyle P, Koopman JF, Lotze-Campen, H 2018. Risk of increased food insecurity under stringent global climate change mitigation policy. Nature Climate Change, 8 (8): 699-703.

IGC 2021. International Grains Council, Supply and Demand, Grains. Available at: https://www.igc.int/en/markets/marketinfo-sd.aspx [10.11.2022]

IPCC 2014. *Fifth Assessment Report*. Available at: https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/ [13.11.2022]

Kadıoğlu S, Dokumacı O 2005. İklim değişikliği ve Türkiye. Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara. Available at: http://www.cevreorman.gov.tr [13.11.2022]

Kadıoğlu M, Ünal Y, İlhan A, Yürük C 2017. Türkiye'de iklim değişikliği ve tarımda sürdürülebilirlik. Türkiye Gıda ve İçecek Sanayii Dernekleri Federasyonu. Available at: https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2017/10/iklim-degisikligi-rapor-elma.compressed.pdf [13.11.2022]

Lobell DB, Schlenker W, Costa-Roberts J 2011. Climate trends and global crop production since 1980. Science, 333(6042): 616-620.

Öğüt A 2008. Küresel ısınma sürecinde örgütsel performansın sürdürülebilir kılınması açısından işletmelerde eko-verimlilik çalışmaları: Örnek uygulamalar (Yüksek Lisans Tezi), S.Ü., SBE.

TÜİK 2021. Bitkisel Üretim İstatistikleri, Tahıllar ve diğer bitkisel ürünler. Available at: https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr [10.11.2022]

Voyvoda E, Turhan E, Özen İ, Aydın C 2017. Ataletin Bedeli. Ankara.

Yönten A 2007. Küresel ısınmanın azaltılması politikaları ve stratejileri-türkiye için bir yaklaşım (Y. Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniv. SBE, Kamu Yönetimi ABD, İzmir, 170 s.

Zaimoğlu Z 2019. İklim değişikliği ve Türkiye tarımı etkileşimi. İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 7, Ankara. Available at: https://www.iklimin.org/moduller/tarimmodulu.pdf [10.11.2022]

➢ *ORAL PRESENTATION*

Anticancer and tyrosinase inhibition properties methanolic extracts of some medicinal plants from Erzincan

Ali Rıza TÜFEKÇİ[1*] (*ORCID: 0000-0002-2951-3657*), Hüseyin AKŞİT[2] (*ORCID: 0000-0002-1509-851X*), Samed ŞİMŞEK[3] (*ORCID: 0000-0001-8451-3425*), Şevki ADEM[4] (*ORCID: 0000-0003-2146-5870*), Ali KANDEMİR[5] (*ORCID: 0000-0003-1902-9631*), Ahmet ALTAY[6] (*ORCID: 0000-0001-8120-8900*)

[*1]Çankırı Karatekin University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Çankırı, Turkey.
[2]Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Pharmacy, Department of Analytical Chemistry, Erzincan, Turkey.
[3]Erzincan Binali Yıldırım University, Çayırlı Vocational School, Department of Medical Services and Techniques, Erzincan, Turkey.
[4]Çankırı Karatekin University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Çankırı, Turkey
[5]Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Engineering, Department Food Engineering. Erzincan, Turkey.
[6]Erzincan Binali Yıldırım University, Faculty of Science and Art, Department of Chemistry, Erzincan, Turkey

*Corresponding author e-mail: areb@karatekin.edu.tr

Abstract

This study includes in vitro antiproliferative and tyrosinase inhibitor effects of methanol extracts of 21 plant species collected from Erzincan against HT-29 cell line. It was determined that it had different IC_{50} values ranging from 0.18 to 0.87 mg/mL against tyrosinase enzyme. According to the cytotoxicity results, it was concluded that the plant extracts of *Inula heterolepis, Trachomitum venetum, Ebenus macrophylla, Ziziphora tenuior* and *Plantago euphratica* showed activity against HT-29 cancer cell as a potential anti-cancer agent. In addition, it was determined that *Thymus convulutus, Thymus vulgaris* and *Tanacetum balsamita* extracts had high inhibitory effects against tyrosinase enzyme.

Keywords: Plant extracts, Antidiabetic, Anticancer, HT-29 Cell culture, Tyrosinase enzyme

INTRODUCTION

Plant chemistry has been an indicator of how and how much to use plants because of the therapeutic effects of plants. Knowing the chemical compositions of plants leads to a better understanding of their medicinal properties. Modern chemistry has defined the role of primary metabolites in basic life functions such as cell division, respiration, growth, storage and reproduction. Primary metabolites include sugars, amino acids, tricarboxylic acids or small molecules such as Krebs cycle intermediates, proteins, nucleic acids and polysaccharides. As a result, primary metabolites are similar in all living cells (Seigler et al. 1995). Secondary plant metabolites contain many chemical compounds that are derived by the plant cell starting from the primary metabolic pathways and continued to be produced by these pathways. The concept of secondary metabolite was first defined by Albrecht Kossel in 1910 and added to the literature (Jones and Kossel 1953). In the middle of the twentieth century, with the development of analytical techniques, these molecules were obtained and formed the basis of the science of phytochemistry. Since history, many ancient societies have used medicinal plants and shed light on the fact that these plants have various biological effects that provide a scientific basis today. Secondary metabolites are defined as antibiotics, antifungal, anticancer and antiviral agents because they have many effects. They can protect plants from many diseases and pathogens. They can also prevent leaf damage in plants by absorbing harmful UV light. Secondary metabolites found in some plant species are thought to have effects on animal fertility (Bennets et al. 1946).

The first step of modern drug discovery from plants is to find right candidates and right biological activities which is applicable *in vivo*. Cancer is one of the most leading causes of death and effective drug treatment is limited because of their high side effects (Altay et al. 2019). Considering of their side effects, interest in natural compounds from medicinal plants related to anticancer activity increasing day by day. Improvement of modern

analytical techniques have also allowed the identification of chemical compounds responsible for this action. Thus, various natural products have been studied for their anticancer activity over different cancer types both *in vivo* and *in vitro* (Altay and Bozoğlu 2017).

Tyrosinase is a vital enzyme in melanin biosynthesis in mammals, fungi, plants, and bacteria, therefore, its inhibitor can use some applications area as a skin whitener, and as an anti-browning agent. Inhibitory effects of many plant extracts on tyrosinase have been reported (Chang et al. 2009). The increase in tyrosinase activity in cancer cells for some cancer types has drawn attention to the importance of tyrosinase in the treatment of these cancer types (Maeda ve Fukuda, 1991). According to this result, there is a great need for strong tyrosinase inhibitors in agriculture and nutrition.

The importance of some natural tyrosinase inhibitors has emerged due to the toxic nature of some drugs used in cancer treatment and tyrosinase inhibitors. In this study, the antiproliferative and inhibitory effects of extracts prepared from various plants collected from the Erzincan region against HT29 cancer cells on tyrosinase enzyme activity were investigated.

MATERIALS AND METHODS

Plant materials and extraction

All plant materials were collected from different points within the provincial border of Erzincan and the species identification was made by Prof. Dr. Ali KANDEMİR. Accordingly, the plant species used in the study*Onobrychis galegifolia, Onobrychis nitida, Ebenus macrophylla, Inula heterolepis, Thymus convulutus, Scorzonera aucherina, Helichyrsum arenarium, Trachomitum venetum, Chrysathesium stellerioides, Achillea teretifolia, Ziziphora tenuior, Helichyrsum arenarium* subsp. *erzincanicum, Helichrysum plicatum, Thymus pectinatus, Origanum acutidens, Rhinanthus angustifolius, Thymus vulgaris, Alchemilla erzincanensis, Scrophularia libanotica, Tanacetum balsamita, Salvia pachystachys*.

To obtain the plant extracts, 100 g of the aerial parts of each plant were weighed, ground and extracted with 100 mL of methanol in an ultrasonic bath for one hour. The extraction process was repeated three times for each plant. The solvents were evaporated under vacuum at 35°C with a rotary evaporator. Extracts were stored in the refrigerator until their working time.

Tyrosinase activity assay

Enzyme activity was carried out using a micro plate reader in a total volume of 180 µL using the previously mentioned method (Yırtıcı et al. 2022). The reaction mixture contains 80 µL of 100 mM phosphate buffer, 20 µL of 5 mM L-dopa, 10 µL of enzyme, and 80 µL of distilled water. The inhibitory effect of the extracts was tested by adding different concentrations to the reaction medium in the range of 1-1000 µg. The enzyme activity without the extract was considered as control, and IC_{50} values were calculated by plotting the concentration plot against percent inhibition effects.

In vitro anticancer activity

Cell line and culture

The colorectal adenocarcinoma cell line (HT-29) was obtained from the ATCC (American Type Culture Collection, LGC Promochem, UK). HT-29 cells were grown in McCoy's 5A medium, including L Glutamine and HEPES buffer (25 mM). The basal medium was supplemented with 10% heat inactivated fetal bovine serum, 1% penicillin–streptomycin and 1% Na-pyruvate (BI, USA). Incubation of the cell culture was performed in CO_2 incubator (5%) with humidity (%95) at 37°C (Nuve, Turkey). The cell culture studies were carried out in Class II Safety Cabinet.

2,3-bis (2-methoxy-4-nitro-5-sulfophenyl)-2H-tetrazolium-5-carboxanilide (XTT) assay

XTT assay was carried out to investigate the antiproliferative capacity of the plant extracts by using XTT kit according to the manufacturer's instructions (BI, Israel). Briefly, 100 µL of the cell suspension (10.000 cells/well) was added into 96 well culture plates and incubated overnight in a CO_2 incubator. After incubation, the medium was removed and the cell culture plate was washed with 50 µL of PBS. After removing the PBS, 100 µL of each plant extract at 100 µg/mL were added into each well and incubated for 48 hour. At the end of the incubation time, the medium in each well was refreshed with 100 µL of new medium and then 50 µL of XTT reagent was added and incubated for further 5 hour in CO_2 incubator. After incubation, the cellular metabolic activity was measured at 470 nm, spectrophotometrically using a microplate reader (BioTek, USA).

The cells in complete medium containing 0.5% DMSO was evaluated as negative control. 5 Fluorouracil was used as a reference drug. All measurements were carried out at least three times.

RESULTS and DISCUSSION

The XTT assay is a fast and convenient method used to measure the cytotoxicity of natural or synthetic substances on cancer cell lines. This assay is dependent on the extracellular reduction of XTT tetrazolium salt by Nicotinamide Adenine Dinucleotide (NAD+) in the mitochondria of living cells.
In this study, the anticancer activities of the methanol extracts of 21 plants from Erzincan were tested on HT-29 cells by XTT assay. The results showed that after 24 hours of incubation, methanol extracts of twelve plant species namely *Onobrychis nitida, Ebenus macrophylla, Inula heterolepis, Plantago euphratica, Trachomitum venetum, Chrysothesum stellerioides, Ziziphora tenuior, Helichrysum plicatum, Helichyrsum arenarium, Scrophularia libanotica, Tanecetum baisamita and Paeonia mascula* inhibited the growth of HT-29 cells at different rates at different rates (Figure 2). The highest anticancer activity was exhibited from *Inula heterolepis* with 30% inhibition at 100 µg/mL while *Chrysothesum stellerioides* displayed the lowest activity with 1% inhibition at the same concentration. The other tested 9 plant species did not show considerable anticancer activity against HT-29 cells. On the other hand, it was observed that the toxic effect of the tested plants was far from that of chemotherapeutic drug 5-FU. In another study, cytotoxic activities of methanol and water extracts of *Onobrychis* species against HCT-116 cells were reported with IC_{50} values ranging from 0.98 to 3.75 mg/mL. In addition, apoptotic and necrotic effects of *Onobrychis albiflora* extract on HCT-116 cells were evaluated by caspase activation (Bülbül et al. 2018). It has been reported that *Inula lineariifolia* extracts show good cytotoxicity, inhibition of cell cycle progression and induction of apoptosis against MCF-7 and MDA-MB-231 cancer cell lines (Qin et al. 2013). Beara et al. HeLa reported that treatment of MCF7, HT-29 and MRC-5 cell lines with *Plantago strains* showed a strong antiproliferative activity with different IC_{50} values in the range of 172.3 and 551.7 µg/mL (Beara et al . 2012). In another literature study, it was reported that ethanol extract of *Paeonia suffruticosa* induced apoptosis in human gastric AGS cancer cell (Choi et al. 2012). Aydemir et al. reported strong cytotoxic and apoptotic activities of water-ethanol extracts of *Ebenus boissieri* in human lung cancer cell line A549 (Aydemir et al. 2015) . The antiproliferative activity of the ethanol extract of *Ziziphora clinopodioides* has been demonstrated to have high activity on human lymphocytes (Ahmadi et al. 2021).

In vitro inhibition effects of extracts against tyrosinase enzyme are shown in Figure 1. *Thymus convulutus*, *Thymus vulgaris* and *Tanacetum balsamita* showed a strong inhibitory effect with IC_{50} values of 0.180 mg/mL. *Inula heterolepis*, *Scorzonera aucherana*, *Chrysathesium stellerioides*, *Helichrysum plicatum*, *Thymus pectinatus*, *Alchemilla erzincanensis*, and *Salvia pachystachys* showed inhibition effect with IC_{50} values in the range of 0.190-0.220 mg/mL.

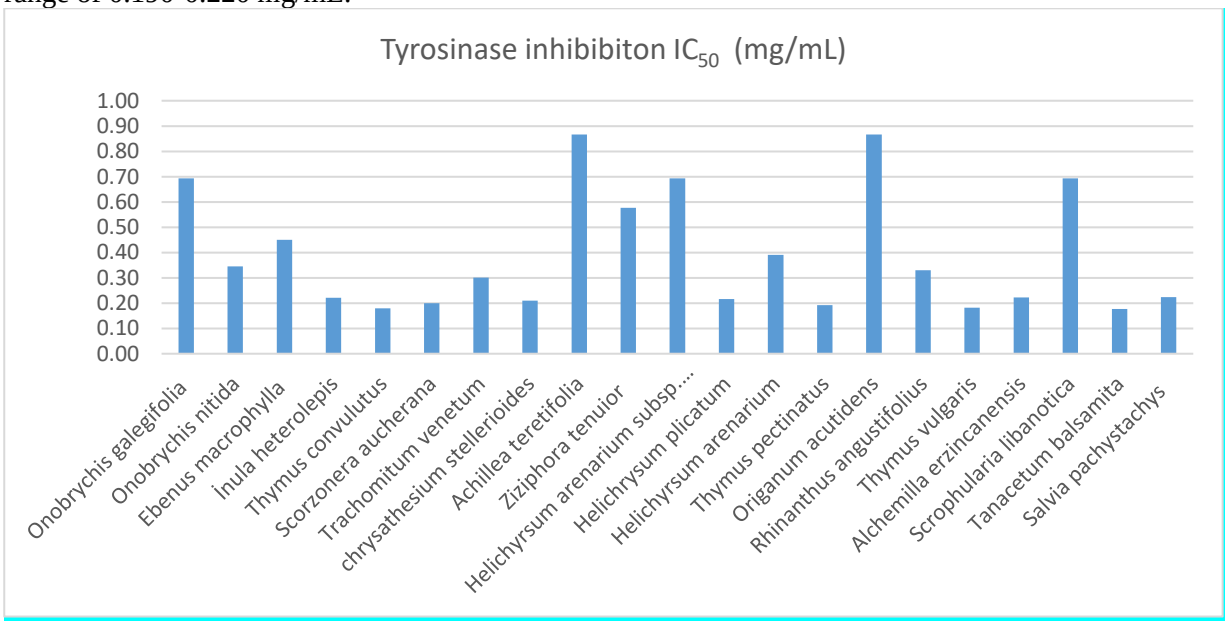


Figure 1 in vitro inhibitory effect of extracts against tyrosinase enzyme

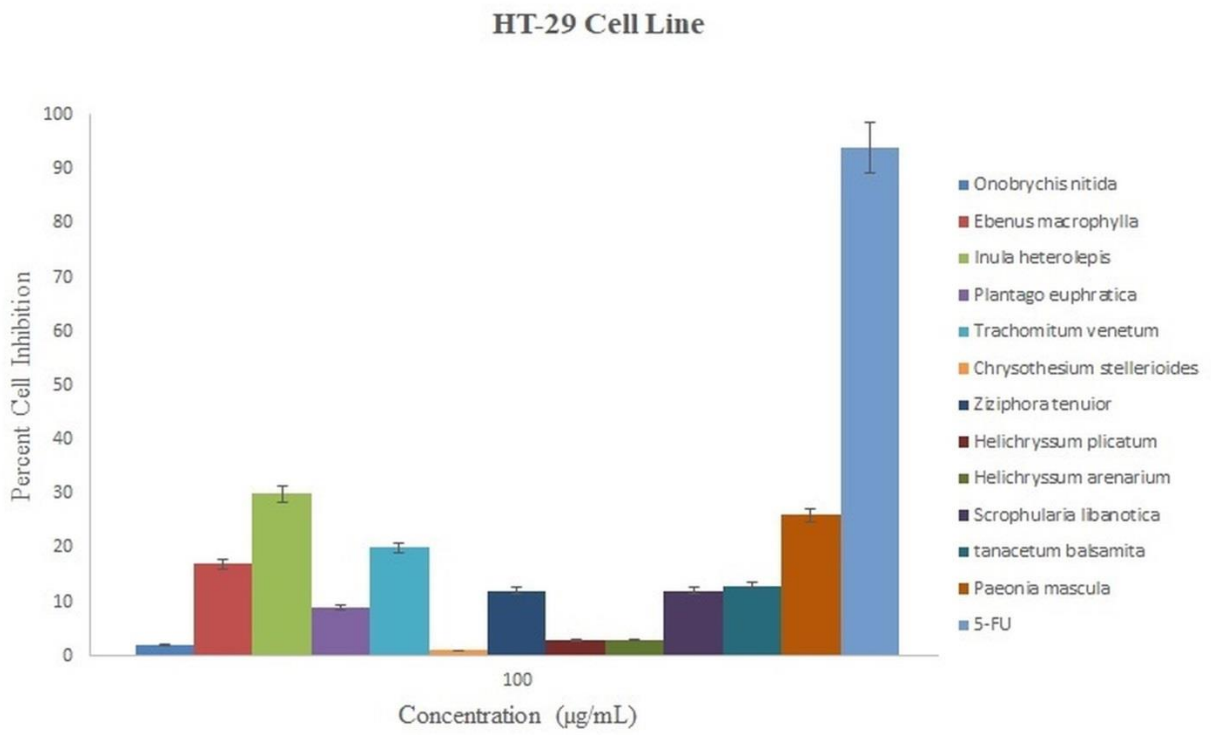


Figure 2. *In vitro* antiproliferative activities of methanol extracts of 12 plant species against HT-29 cell line by XTT colorimetric assay.

CONCLUSION

Due to the serious damage of chemotherapy drugs to human living cells in the treatment of anticancer and the very serious side effects of synthetic drugs, the scientific world carries out very serious studies on the use of natural resources. According to the results of cytotoxicity activity, methanol extracts of *Inula heterolepis*, *Trachomitum venetum*, *Ebenus macrophylla*, *Ziziphora tenuior* and *Plantago euphratica* plants show activity against HT-29 cell line, revealing that it will be evaluated as a potential anti-cancer agent for colon cancer treatment. According to the tyrosinase enzyme activity results, in addition to *Thymus convulutus*, *Thymus vulgaris*, *Tanacetum balsamita* plants, *Inula heterolepis*, *Scorzonera aucherana*, *Chrysathesium stellerioides*, *Helichrysum plicatum*, *Thymus pectinatus*, *Alchemilla erzincanenchys* and *Salvia pachysta* plants were determined to have high enzyme activity. In order to inhibit this enzyme, which is suspected to be associated with cancer, more detailed studies are needed in terms of the use of these natural plants and the determination of the bioactive components they contain.

REFERENCES

Ahmadi A, Gandomi H, Derakhshandeh, A, Misaghi A, Noori N 2021. Phytochemical composition and in vitro safety evaluation of *Ziziphora clinopodioides* Lam. ethanolic extract: Cytotoxicity, genotoxicity and mutagenicity assessment. Journal of Ethnopharmacology, 266; 113428.

Aljarah AK, Hameed IH 2018. In vitro anti-diabetic properties of methanolic extract of *Thymus vulgaris* using α-glucosidase and α-amylase inhibition assay and determination of its bioactive chemical compounds. Indian Journal of Public Health Research & Development, 9; 388-392.

Altay A, Bozoğlu F (2017). *Salvia fruticosa* modulates mRNA expressions and activity levels of xenobiotic metabolizing CYP1A2, CYP2E1, NQO1, GPx, and GST enzymes in human colorectal adenocarcinoma HT-29 cells. Nutrition and Cancer, 69(6); 892-903.

Altay A, Kılıc Suloglu A, Sagdıcoglu Celep G, Selmanoglu G, Bozoglu F (2019). Anatolıan sage *Salvia fruticosa* inhibits cytosolic glutathıone-s-transferase activity and colon cancer cell proliferation. Journal of Food Measurement and Characterization, 13(2):1390-1399.

Aydemir EA, Simsek E, Imir N, Göktürk RS, Yesilada E, Fiskin K 2015. Cytotoxic and apoptotic effects of *Ebenus boissieri* Barbey on human lung cancer cell line A549. Pharmacognosy Magazine, 11(42); 37-45.

Beara I., Lesjak MM, Orcic D., Simin ND, Cetojeviç-Simin DD, Božin BN, Mimica-Dukić NM 2012. Comparative analysis of phenolic profile, antioxidant, anti-inflammatory and cytotoxic activity of two closely-related Plantain species: *Plantago altissima* L. and *Plantago lanceolata* L. LWT. Food Science and Technology, 47(1); 64-70.

Bennets HW, Underwood EJ, Shier FL 1946. A specific breeding problem of sheep in subterranean clover pastures in Western Australia. Australian Veterinary Journal, 22(1); 2-12.

Bülbül M, Özbek H, Acikara OB, Ozbilgin S, Öz BE, Kurtul E, Keskin I 2018. Antiproliferative and apoptotic effects of *Onobrychis albiflora* extract on HCT-116 cells. Journal of Experimental and Clinical Medicine, 35(4); 101-109.

Chang TS 2009. Review an update review of tyrosinase inhibitors. International Journal of Molecular Sciences, 10; 2440-2475.

Choi HS, Seo HS, Kim JH, Um JY, Shin YC, Ko SG 2012. Ethanol extract of *paeonia suffruticosa* Andrews (PSE) induced AGS human gastric cancer cell apoptosis via fas-dependent apoptosis and MDM2-p53 pathways. Journal of Biomedical Science, 19(1); 1-12.

Qin JJ, Jin HZ, Huang Y, Zhang SD, Shan L, Voruganti S, Zhang R 2013. Selective cytotoxicity, inhibition of cell cycle progression, and induction of apoptosis in human breast cancer cells by sesquiterpenoids from *Inula lineariifolia* Turcz. European Journal of Medicinal Chemistry, 68; 473-481.

Hussein RA, El-Anssary AA 2018. Plants secondary metabolites: the key drivers of the pharmacological actions of medicinal plants. Herbal Medicine. p: 314.

Hyun TK, Kim HC, Kim JS 2014. Antioxidant and antidiabetic activity of *Thymus quinquecostatus* Celak. Industrial Crops and Products, 52; 611-616.

Jones ME, Kossel A 1953. A biographical sketch. Yale Journal of Biology and Medicine, 26(1); 80-97.

Kabbaoui M, Chda A, Mejrhit N, Azdad O, Farah A, Aarab L, Bencheikh R, Tazi A 2016. Antidiabetic effect of *Thymus satureioides* aqueous extract in streptozotocin-induced diabetic rats. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 8; 140-145.

Maeda K, Fukuda M 1991. In vitro effectiveness of several whitening cosmetic components in human melanocytes, Journal of the Society of Cosmetic Chemists, 42; 361–368.

Seigler DS 1995. Plant Secondary Metabolism. New York: Springer Science: Business Media

Taye GM, Bule M, Gadisa DA, Teka F, Abula T 2020. In vivo Antidiabetic Activity Evaluation of Aqueous and 80% Methanolic Extracts of Leaves of *Thymus schimperi* (Lamiaceae) in Alloxan-induced Diabetic Mice. Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy. 13: 3205.

Yırtıcı Ü, Ergene A, Atalar MN, Adem Ş 2022. Phytochemical composition, antioxidant, enzyme inhibition, antimicrobial effects, and molecular docking studies of *Centaurea sivasica*. South African Journal of Botany, 144; 58-71.

Yuan Y, Zhou J, Zheng Y, Xu Z, Li Y, Zhou S, Zhang C 2020. Beneficial effects of polysaccharide-rich extracts from *Apocynum venetum* leaves on hypoglycemic and gut microbiota in type 2 diabetic mice. Biomedicine & Pharmacotherapy. 127; 110182.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Trakya Bölgesi Arı Koloni Kayıplarının Araştırılması

Dilek MUZ[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9358-8103),
Mustafa Necati MUZ[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1769-8498)

*[1]Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Viroloji Anabilim Dalı, Tekirdağ, Türkiye
[2] Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, Tekirdağ, Türkiye

*Sorumlu yazar email:dilekmuz@nku.edu.tr

Özet
Bal arıları ürettikleri bal, propolis, arı sütü gibi ürünlerle ekonomik ve tıbbi katkılar sunarlar. Bitkisel tozlaşma ve ekosistemdeki biyoçeşitliliğin devamında bal arıları vazgeçilmez polinatörler olarak kabul edilir. Bal arısı koloni sağlığı yüksek verim açısından çok önemlidir. Farklı tanımları olan koloni kayıpları ve arı ölümleri yanında ani koloni çöküş bozukluğu da arı yetiştiriciliğinde ekonomik kayıplara yol açan sorunlardır. İklim bozukluğu ve küresel ısınma gibi anormal çevresel faktörler, ruhsatsız ürünler ve pestisitlerin kontrolsüz, bilinçsiz şekilde ilaç yerine kullanılması neticesinde artan direnç sorunu ve patojenler de arı kolonisi kayıplarında etkilidir. Bu araştırmada Kuzey Marmara Bölgesi'ndeki 2020-2021 yılları arasında yaşanan koloni kayıplarında bazı bal arısı virüslerinin ve parazitlerinin araştırılması amaçlandı. Bu amaçla koloni kayıpları yaşanan arılıklar örneklendi. Örneklerde; arı virüslerinden ABPV, BQCV, CBPV, DWV, KBV, LSV, SBV varlığını araştırmak için patojen spesifik PCR reaksiyonları kullanıldı. Varroa ve Nosema sp. varlığı yönünden örneklemeler yapıldı. Koloni kayıplarının yaşandığı dönemlere ait iklimsel veriler, yetiştiricilik türü ve besleme düzeni incelendi. Arılıklarda patojen varlığı noktasında kolonilerin birden fazla virüs türü ile enfekte olduğu tespit edildi. Koloni kaybı yaşanan ve yaşanmayan arılıklar arasında özellikle farklı türlerdeki virüsler, *Nosema spp*. ve yüksek düzeyde varroa enfestasyonu varlığının koloni kaybı yaşanmayan arılıklara göre daha fazla rastlandığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak; arılıklarda patojenlerin mücadele ve tedavi stratejilerinin düzenli olarak uygulanması, ilkbahar ve kış koloni yönetiminin zamanında yapılması arıcılıkta başarılı olmak için önemlidir.
Anahtar Kelimeler: Bal arısı, Koloni kayıpları, Trakya, Türkiye

Investigation of Honeybee Colony Losses in Thrace Region

Abstract
Honey bees make economic and medical contributions with the products they produce, such as honey, propolis, and royal jelly. Honeybees are considered indispensable pollinators for plant pollination and the continuation of biodiversity in the ecosystem. Honey bee colony health is very important for high productivity. Colony losses and bee deaths, which have different definitions, and sudden colony collapse are problems that cause economic losses in beekeeping. Abnormal environmental factors such as climate disorder and global warming, uncontrolled and unconscious use of pesticides instead of drugs, increased resistance problem,s and pathogens are also effective in bee colony losses. This study aimed to investigate some honeybee viruses and parasites in colony losses between 2020-2021 in the Northern Marmara Region. For this purpose, apiaries with colony losses were sampled. In the examples, pathogen-specific PCR reactions were used to investigate the presence of ABPV, BQCV, CBPV, DWV, KBV, LSV, and SBV from bee viruses. Varroa and Nosema sp. Sampling was done in terms of presence. Climatic data of the periods when colony losses were experienced, breeding type, and feeding order were examined. At the point of presence of the pathogen in apiaries, it was determined that the colonies were infected with more than one virus species. It was determined that the presence of different types of viruses, Nosema spp, and high levels of varroa infestation was found to be significantly more common in apiaries with and without colony loss than in apiaries without colony loss. As a result; It is important to be successful in beekeeping that the control and treatment strategies of pathogens are applied regularly in apiaries, and the spring and winter good colony managments is performed in time.
Keywords: Honey bee, Colony loss, Thrace, Türkiye

GİRİŞ

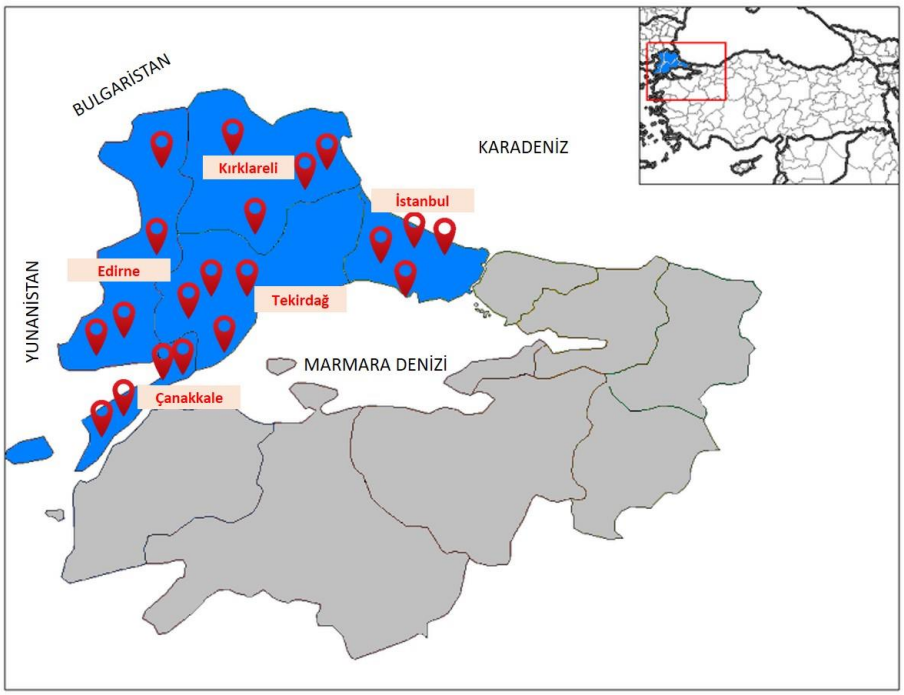
Bal arıları, ürettiği bal, propolis, perga, arı sütü, apilarnil gibi ürünler sosyoekonomik ve tıbbi değere sahiptir. Polinatör arılar arasında ticari açıdan en fazla yararlanılan hayvanlar olan bal arıları ayrıca doğal tozlaşma ve ekosistemdeki sürdürülebilir biyoçeşitlilik noktasında da eşsiz işler başarır. Koloni düzeyinde sosyal yaşam süren bal arılarının verimi koloni düzeyinde sağlık durumunun sürdürülebilirliğiyle ilişkilidir. Bu noktada bölgelere göre değişen ölçekte rastlanılan beklenmeyen koloni kayıpları, ani gelişen arı ölümleri ve koloni sönmeleri arı yetiştiriciliğinde artan maddi sorunlara neden olmaktadır. Son yıllarda daha sık şekilde görülen bal arısı koloni kayıpları küresel bir arıcılık sorunu haline gelmiştir (Neumann, 2010).
Türkiye sahip olduğu bal arısı koloni sayısı ve ürettiği farklı arı ürünleri ve bal miktarıyla dünyada önemli yere sahiptir. Ancak tüm dünyada 2006 yılı itibariyle yaşanan koloni kayıpları ve koloni çökme sendromu (CCD) benzer olarak Türkiye'de de kaaydedilmiştir. Yaşanan ani koloni kayıpları toplumsal kaygıya yol açmıştır (Muz, 2008). Genel olarak hastalık ve patojenlerin yol açtığı beklenmeyen bal arısı koloni kayıpları CCD'nin en önemli sebepleri arasında yer almaktadır. Bulaşıcı hastalıklara bağlı kayıplar yanında farklı patojenlerin sürekli artan yükü nedeniyle, bal arısı kolonileri zayıflayarak ölüme sürüklenir. *Varroa destructor,* arılarının yaşam döngüleri içerisinde onlara saldıran, hemolenfleri ve "fat body" kısmıyla beslenen kolonilerinin en ciddi zararlısıdır. Ektoparazit akar *Varroa destructor* beslenirken bal arısı yavru gözlerindeki arıların ölümüne neden olur ve çoğu arı virüsünün koloniye bulaşmasına aracılık yapar. *Varroa destructor* koloni kayıplarının önemli nedenlerden biri olarak kabul edilir (Ramsey ve ark., 2019). Arıların doku sıvıları, yağ doku ve hemolenfiyle beslenen akarların erkek bal arılarının uçuş performansını, sperm miktar ve kalitesini azalttıkları tespit edilmiştir (Rinkevich ve ark., 2017). Tarlacılık faaliyeti yapan bal arılarının, yoğun akar enfastasyonu sonucunda, oryantasyon uçuşundaki yavruların ve kovana geri dönmeye çalışan işçi arıların hedef bulma yeteneğinin bozulduğu, bu nedenle arıların koloniye geri dönmek için daha fazla zamana ve besin tüketimine ihtiyaç duyduğu veya hiç dönemediğine dair araştırmalar bulunmaktadır (Peck ve ark., 2016). Bugüne kadar arı kolonilerinde 70'in üzerinde virüs tanımlanmış olmakla birlikte, bazı virüsler koloni kayıplarında önemli rol oynar ve arı kolonisi sağlığını tehdit eder. *Akut arı felci virüsü* (ABPV), *Siyah kraliçe hücre virüsü* (BQCV), *Kronik arı felci virüsü* (CBPV), *Deforme kanat virüsü* (DWV), Kaşmir arı virüsü (KBV), *Lake Sinai Virüsü* (LSV), *Sacbrood virüsü* (SBV) arılıklarda sıklıkla tespit edilen arı virüsleridir. Bu virüsler *Picornaviridae* ailesinde sınıflandırılan pozitif tek iplikçikli RNA genomuna sahip zarsız virüslerdir. Bazıları genellikle bir hastalığa neden olmadan veya herhangi bir klinik belirti göstermeden arının vücudunda kalabilir. Öte yandan, daha öldürücü ve bulaşıcı olan bazı virüsler bal arısı kolonilerinde önemli kayıplara ve koloni sağlığında, veriminde olumsuz etkiye neden olabilir (Genersch ve Albert, 2010). Bazı virüsler, yalnızca uygun çevresel koşullar altında patojenite gösterir. Bunun dışında microsporodia ailesindeki patojen bir mantar olan *Nosema spp*., bal arılarının zorunlu hücre içi parazitleridir. Microsporidia'nın işçi arıların, ana arıların ve erkek arıların orta bağırsak epitel hücrelerini işgal ettiği, şiddetli ishale neden olduğu, farklı dokulara da yerleşerek koloni kayıplarında etkili oldukları bildirilmiştir (Papini ve ark., 2017). Nosemosis'in koloni seviyesindeki olumsuz etkisinin boyutu, yetişkin arıların yaşam süresinin kısalması, ana arılar, kuluçka yetiştirme, polen toplama ve diğer arı davranışları dahil olmak üzere bal arısı kolonilerinin üretkenliği ve hayatta kalmasıyla bağlantılıdır (Botias ve ark., 2013).
Bu araştırmada Kuzey Marmara Bölgesi'ndeki 2020-2021 yılları arasında yaşanan koloni kayıplarında bazı bal arısı virüslerinin ve parazitlerinin araştırılması amaçlandı.

MATERYAL METOD

Örnekleme Alanı ve Örnek Toplanması

Araştırmada örnekleme alanı olarak İstanbul boğazının batı kıyılarından itibaren Yunanistan ve Bulgaristan sınırına kadar uzanan alanı kapsayan Kuzey Marmara Bölgesi seçildi. Kuzey Marmara Bölgesi'nde Çanakkale, Edirne, Kırklareli, Tekirdağ ve İstanbul olmak üzere toplam beş il örneklendi. Bölgenin kuzey ve iç kesimlerinde karasal iklime rastlanırken güney yani deniz kıyılarında Akdeniz ve Karadeniz iklimine benzerlik göstermektedir. Araştırma örneklemesi 2020-2021 yıllarının Mayıs - Eylül ayları arasında yapılmıştır. Örnekleme koloni kayıpları görülen ve görülmeyen arılıklarda yapılmıştır. Buna göre her ilde koloni kaybı yaşanan iki adet ve kayıp yaşanmayan iki adet arılık yani toplam dört arılık olmak üzere beş ili temsilen yirmi adet arılık tespit edilmiştir. Her arılıkta kayıp yaşanan sekiz ve yaşanmayan sekiz adet olmak üzere toplam 16 koloni olmak üzere toplamda 80 koloni örneklenmiştir. Bu amaçla örneklenen arılıklardan her koloniden 15 adet canlı işçi arı (10 adet nosema tanısı için, 5 adet virüs tanısı için) ve kapalı yavru dolu petek örnekleri (15 cm x 15 cm ebatlarında) ile kovan dip tahtasından beşer adet ölü arı örnekleri toplandı. Koloni kayıplarının yaşandığı dönemlere ait iklimsel veriler, yetiştiricilik türü ve besleme düzeni incelendi. Her arılıkta toplanan

işçi, larva, pupa arı örnekleri moleküler analizlerde kullanılmak üzere steril tüplere aktarıldı. Moleküler testlerde kullanılacak arı örnekleri analiz edilene kadar -80 ºC'de muhafaza edildi. Arıcıların demografik özellikleri ve karşılaştıkları önceki sorun ve kış kayıpları kaydedildi.



Şekil1. Örnekleme yapılan illeri ve örneklenen arılıkları gösteren harita.

Homojenizasyon, Nükleik Asit Ekstraksiyonu ve PCR Metodu

Moleküler analizlerde kullanılmak üzere arı örneklerinden RNA izolasyonu yapıldı. Kısaca; canlı olarak dondurulmuş beşer adet arı bulunan farklı numune havuzlarının her birisi 5 ml PBS içerisinde homojenize edildi. Daha sonra 3000 rpm'de 5 dk santrifüj yapılan örneklerden alınan homojenat sıvısı ekstraksiyon protokollerinde kullanıldı. RNA ekstraksiyonu için ticari bir kit (GeneJET RNA Purification Kit, Thermo) kullanıldı. Kitin kendi protokolüne uygun olarak RNA örnekleri hazırlandı. RNA örneklerinden cDNA sentezi ticari sentez kiti (RevertAid First Strand cDNA Synthesis Kit) kullanılarak, kitin kendi protoküne göre reaksiyon gerçekleştirildi. Elde edilen cDNA örneklerine arı virüslerinden ABPV, BQCV, CBPV, DWV, KBV, LSV, SBV tespiti için PCR testleri uygulandı. Kullanılan PCR karışımı 5u Taq polimeraz, 10x Taq buffer, 3mM $MgCl_2$, 300 pmol dNTP miks ve steril su toplamda 30 µl olacak şekilde hazırlandı. Her patojen için literatürde daha önce bildirilen ABPV, BQCV, CBPV, DWV, KBV, LSV, SBV spesifik forward ve reverse primerler karışıma eklendi (Stoltz ve ark., 1995; Chen ve ark., 2004; Berenyi ve ark., 2006). PCR reaksiyon şartları 95 ºC'de5 dk ön denatürasyonu takiben 40 siklus içeren 95 ºC'de 30sn denatürasyon, 48-55 ºC aralığında 30 sn annealing aşaması, 72 ºC'de 30 sn uzama aşaması içeriyordu. PCR'da çoğaltılan DNA ürünleri agaroz elektroforez yöntemi kullanılarak ethidium bromide içeren %1'lik jelde yürütüldü. UV ışığı altında UV transmitter kullanılarak pozitif örnekler tespit edildi.

***Varroa destructor* tespiti:** Varroa akar tespiti için 100 adet canlı bal arısı kavanoza alınarak içerisine %70'lik etil alkol eklenip, çalkalanarak dipteki varroalar sayılarak gerçekleştirilmiştir. Her kolonide ayrıca 20 adet kapalı yavru gözü açılarak Varroa kontrolleri yapılmıştır. Buna göre toplam 120 adet arı örneğinde 7 adet üzerinde akar bulunanlar yoğun, 4-6 adet tespit edilenler orta düzeyde enfeste, 1-3 adet tespit edilenler hafif düzeyde enfeste kabul edilmiştir.

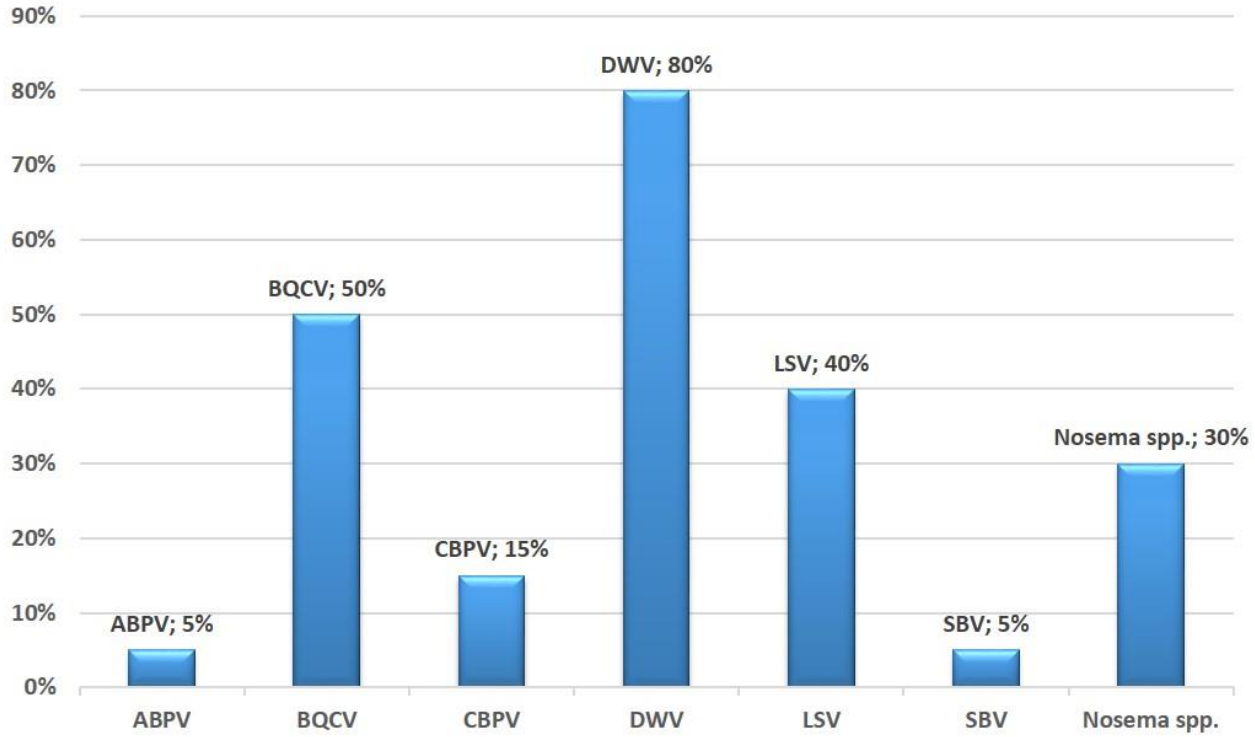
***Nosema sp.* tespiti:** Her koloniden 10 adet tarlacı yaşlı canlı arı örneklendi. Kuru buz üzerinde tutularak derin sedasyona alınan arıların iğne kısımları pensle tutularak dışarıya doğru kademeli şekilde çekildi, total barsak (sindirim sistemi) rezeksiyonu gerçekleştirildi. On adet bal arısı sindirim sistemi cam tüp içerisine alınarak 10 ml distile su ile homojen hale getirildi, mermerşahiden süzüldü. Cam tüplere alınan eşit miktarlardaki homojenat 1000 g'de 2 dakika santrifüj edildi. Tüpün en üst kısmından pipetle bir damla sıvı alınarak lam lamel arasında, mikroskopta *Nosema* sporları bakımından muayene edildi. Spor sayımı yapılmamış sadece mevcut durumuna bakılmıştır.

Koloni kaybı yaşanan kovanların tespiti: Arıcılar ile yapılan görüşmeler esnasında sorulan sorular ve yerinde yapılan koloni muayeneleriyle koloni kayıpları araştırılmıştır. Buna göre kış kaybı çok düşük veya hiç

olmayan, bahar başlangıcında oldukça hızlı ve sağlıklı görünümde gelişen ancak kısa süre içerisinde kat atılması planlanırken, takip eden günlere yavrulu alan varlığı, bal stoğu ve tarlacı arı mevcudu beklenmedik şekilde azalan, tanımlanamayan sorun yaşanan kolonilerin incelenmesine öncelik verilmiştir. Her arılıkta yukarıdaki özelliklerde olduğu tespit edilen sorunlu koloniler arasından arıcıların verdiği bilgilere göre en hızlı gerileyen ve yoğun kayıp veren koloniler kullanılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Test edilen toplam 20 arılıkta PCR testleri sonucunda, araştırılan yedi virüsten altısına ait pozitiflik tespit edildi. Tüm arılıklar KBV yönünden negatif bulundu (Şekil 2). Arılıkların 16 (%80)'sında en yüksek pozitiflik oranıyla DWV varlığı tespit edildi. Onu takiben BQCV, LSV, CBPV, SBV ve ABPV pozitifliği sırasıyla %50 (n=10), %40 (n=8), %15 (n=3), %5 (n=1) ve %5 (n=1) olarak belirlendi. *Nosema spp.*,kayıp yaşanan 6 arılıkta pozitif, diğerlerinde negatif olarak kaydedildi. Varroa enfestasyonu arılıkların tümünde farklı düzeylerde (Hafif- Orta- Yüksek) mevcut olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2: Yapılan moleküler testlerde tespit edilen arı virüsleri ve *Nosema spp.* pozitiflik oranları.

Koloni kaybı yaşanan arılıklarda özellikle farklı türlerdeki virüsler, *Nosema spp.* ve yüksek düzeyde varroa enfestasyonu varlığının koloni kaybı yaşanmayan arılıklara göre anlamlı olarak daha fazla rastlandığı tespit edilmiştir (Tablo 1). Özellikle birden fazla virüsün varlığı, yoğun varroa enfestasyonları koloni kaybı görülen arılıklarda daha sıklıkla tespit edildi. DWV ve BQCV koloni kaybı görülen arılıklarda en yaygın görülen arı virüsleri olarak kaydedildi. *Nosema spp*. ve arı virüslerinin birlikte bulunması arı sağlığı açısından riski arttırmaktadır ve CCD vakalarında rol aynayabilir (Muz ve ark., 2010). Yoğun varroa enfestasyonları sadece arılarda doku kayıpları değil aynı zamanda vektörlük yaptıkları virüsleri aktarması ile koloni sağlığını tehdit eder (Ramsey ve ark., 2019).

Tablo1: Beklenmedik koloni kayıpları görülen ve görülmeyen arılıklardaki tespit edilen patojenler.

Arılık No	Tespit edilen patojen	Varroa enfestasyonu	Koloni Kaybı
1	ABPV, BQCV, DWV, LSV	Yoğun	Var
2	ABPV	Hafif	Yok
3	BQCV	Hafif	Yok
4	BQCV, DWV, *Nosema spp.*	Yoğun	Var
5	DWV, LSV	Hafif	Yok
6	CBPV, DWV	Orta	Yok
7	BQCV, DWV	Orta	Var
8	BQCV, DWV, *Nosema spp.*	Yoğun	Var
9	BQCV, DWV, LSV	Yoğun	Var
10	DWV, LSV	Hafif	Yok
11	BQCV, DWV, LSV, *Nosema spp.*	Yoğun	Var
12	CBPV, DWV, SBV	Yoğun	Var
13	DWV	Hafif	Yok
14	DWV	Hafif	Yok
15	CBPV, DWV	Hafif	Yok
16	BQCV, LSV, *Nosema spp.*	Orta	Var
17	BQCV, DWV, LSV	Yoğun	Var
18	DWV	Hafif	Yok
19	LSV, Nosema spp.	Hafif	Yok
20	BQCV, DWV, LSV	Hafif	Var

Türkiye eko-coğrafik olarak Asya, Avrupa ve Afrika kavşağında biyolojik bir köprü konumundadır. Farklı iklim özellikleri gösteren yedi coğrafi bölgeyi barındırmasıyla birlikte artan iklim değişikliklerinden de etkilenmektedir. Bu bağlamda iklim değişiklikleri canlıların sağlıklı yaşam dinamikleri üzerinde etkili olmaktadır. Pek çok arthropod ve hastalık vektörlerinin popülasyon yoğunluğu, değişen çevre şartlarıyla birlikte farklı coğrafyalara yayılma eğilimine girmiştir. Bal arısı kolonilerinin tümünde farklı oranlarda tespit edilen virüsler ve onların vektörlüğünü yapan varroa akarı da bu bağlamda küresel sorun haline gelmiştir (Muz, 2008). Artan akar enfestasyonuyla mücadele en fazla ve genellikle kimyasal metotlar tercih edilmektedir. Akara karşı kullanılan farklı ilaç ve uygulamalar aynı zamanda koloni düzeyinde öneme sahip bağışıklık sistemi sorunlarına yol açarak artan oranlarda latent enfeksiyonlar oluşturabilmektedir (Ramsey ve ark., 2019). Patojen varlığında latent enfekte halde kış salkımına giren koloniler ilkbahara kadar zayıflamaktadır (Muz ve ark., 2012). Farklı virüslerle enfekte koloniler genç bal arılarının tarlacılık faaliyetlerinde ihiyaç duydukları başta sağlıklı kanatlar olmak üzere hayati öneme sahip diğer biyolojik aktivitelerinde de sorunlara yol açarak koloni düzeyinde tıbbi problemler doğurmaktadır (Muz ve ark., 2019). Arıcıların nektar akımı dönemi dışında destek amacıyla kullandıkları fondan, kek ve şerbet gibi yemlerin yeterli veya zamanında verilememesi popülasyon yoğunluğunun kış sonuna doğru azalmasına, erken ilkbaharın artılarından faydalanılamamasına yol açmaktadır. Birçok arıcı kış öncesi yeterli polen, bal ve yavru stoğu bulunmayan, farklı hastalık etkenlerini taşıyan kolonileri kışlatmaya çalışırken başarısız olmaktadır.

Sonuç olarak; arıcılık ekonomik açıdan getirisi olan ancak düzenli olarak patojenlerle mücadele konusunda gerekli kontrol ve tedavi stratejilerini uygulanmasını zorunlu kılan bir iş koludur. Kolonilerin ilkbahar ve kış bakımlarının eksik ve zamanında yapılması arıcılıkta başarılı olmak için önemlidir.

KAYNAKLAR

Berenyi O, Bakonyi T, Derakhshifar I, Koglberger H, Nowotny N 2006. Occurrence of six honeybee viruses in diseased Austrian apiaries. Appl. Environ. Microbiol. 72 (4): 2414–20

Botias C, Martín-Hernández R, Barrios L, Meana A, Higes M 2013. Nosema spp. infection and its negative effects on honey bees (*Apis mellifera iberiensis*) at the colony level. Vet. Res. *44*, 25.

Chen Y, Zhao Y, Hammond J, Hsu HT, Evans J, Feldlaufer M 2004. Multiple virus infections in the honey bee and genome divergence of honey bee viruses. J Invertebr Pathol. 87(2-3):84-93.

Chen YP, Evans JD, Smith IB, Pettis JS 2008. Nosema ceranae is a long-present and wide-spread microsporidian infection of the European honey bee (Apis mellifera) in the United States. Journal of Invertebrate Pathology 97:186–188.

Genersch E, Aubert M 2010. Emerging and re-emerging viruses of the honey bee (Apis mellifera L.). Vet. Res. 41, 54.

Muz MN 2008. Bal arılarında ani koloni sönmesi. T Parazitol Derg. 32 (3): 271-275.

Muz MN, Solmaz H, Yaman M, Karakavuk M 2010. Kış Salkımı Erken Bozulan Arı Kolonilerinde Paraziter ve Bakteriyel Patojenler. YYU Vet Fak Derg. 23(3): 147-150.

Muz MN, Özdemir N, Muz D 2019. Küresel Arı Sağlığı ve Veteriner Hekimlik. Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni Bulletin of Veterinary Pharmacology and Toxicology Association. 10(1): 24-30.

Neumann P, Carreck NL 2010. Honey bee colony losses. J. Apic. Res. 49: 1–6.

Ramsey SD, Ochoa R, Bauchan G, Gulbronson C, Mowery JD, Cohen A, Lim D, Joklik J, Cicero JM, Ellis JD 2019. Varroa destructor feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 116: 1792–1801.

Rinkevich FD, Danka RG, Healy KB 2017. Influence of Varroa Mite (Varroa destructor) Management Practices on Insecticide Sensitivity in the Honey Bee (Apis mellifera). Insects. 8: 9.

Papini R, Mancianti F, Canovai R, Cosci F, Rocchigiani G, Benelli G, Canale A 2017. Prevalence of the microsporidian Nosema ceranae in honeybee (Apis mellifera) apiaries in Central Italy. Saudi J. Biol. Sci. 24: 979–982.

Peck DT, Smith ML, Seeley TD 2016. Varroa destructor Mites Can Nimbly Climb from Flowers onto Foraging Honey Bees. PLoS ONE. 11: e0167798.

Stoltz D, Shen XR, Boggis C, Sisson G 1995. Molecular diagnosis of Kashmir bee virus infection, Journal of Apicultural Research. 34:3, 153-160.

➢ *ORAL PRESENTATION*

İnsan Lösemi Hücrelerinde (K562) Nükleolin Ekspresyonu Üzerine Sisplatinin Etkisi

Elif KAGA (*ORCID:0000-0002-2279-6105)*

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Şuhut Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Afyonkarahisar, Türkiye

elif.kaga@afsu.edu.tr

Özet

Nükleolin, *NCL* geni tarafından kodlanan çok işlevlsel bir nükleolar fosfoproteindir. Birçok kanser tipinde yüksek düzeylerde nükleolin ekspresyonu belirtilmiştir. Bu nedenle nükleolin, kanser için potansiyel bir hedef olarak önerilebilir. Nükleolin hücrede yüzey molekülleri ile etkileşime girerek internalizasyona aracılık eder. Sisplatin, kanserde önemli kemoterapötik ajanlardan biridir. Geniş bir klinik kullanıma sahiptir. Ancak tedavi sürecinde akut ve kronik nefrotoksisite gibi ciddi yan etkilerle de ilişkilidir. Sisplatin sıklıkla çoklu ilaç direncine neden olur. Çoklu ilaç direnci, kanser tedavisinin etkinliğini sınırlar. Çalışmamızda, sisplatinin, lösemi hücrelerinde, nükleolin protein ekspresyonuna etkisi araştırılmıştır. Sisplatinin K562 hücre hatları üzerindeki antiproliferatif etkisi incelendi ve EC50 değerleri hesaplandı. Nükleolin ekspresyon düzeyleri western blot yöntemiyle belirlendi. Sisplatin uygulaması, kontrole kıyasla nükleolin ekspresyon seviyesini artırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Lösemi, Nükleolin, Sisplatin, İlaç Direnci

Effect Of Cisplatin On Nucleolin Expression In Human Leukemia Cells (K562)

Abstract

Nucleolin is a multifunctional nucleolar phosphoprotein is encoded by the *NCL* gene. Nucleolin overexpression has been described in a variety of cancer types. Therefore, nucleolin can suggest as a potential target for cancer. Nucleolin interacts with different types of surface molecules and mediates cell internalization. Cisplatin is one of the important chemotherapeutic agents on cancer. It has a wide clinical use. However, it is also associated with serious side effects such as acute and chronic nephrotoxicity during the treatment process. Cisplatin often induces multi drug resistance. Multidrug resistance limits the effectiveness of cancer therapy. In the present study, the effect of cisplatin on nucleolin protein expression in leukemia cells was investigated. Antiproliferative effect on K562 cell lines after treatment with cisplatin was examined and EC50 values were calculated. Nucleolin expression levels were determined by western blot method. Cisplatin treatment was increased nucleolin expression level compared with the control.

Key Words: Leukemia, Nucleolin, Cisplatin, Drug Resistance

GİRİŞ

Nükleolin, hücre nükleusunun önemli bir bileşenidir. Ribozom biyogenezi, gen ekspresyonu ve hücre büyümesi gibi çeşitli temel hücresel fonksiyonlarda önemli roller oynar. Nükleolin, kanser hücrelerinde sağlıklı hücrelere göre yüksek oranlarda eksprese edilmektedir. Yüksek nükleolin ekspresyonu, meme kanseri, hepatoselüler karsinom, akut miyeloid lösemi, küçük hücreli olmayan akciğer kanseri gibi kanser tiplerinde hastaların kötü prognozu ile ilişkilendirilmiştir (Fonseca vd, 2015). Yüksek nükleolin ekspresyonunun akut lenfoblastik lösemide ilaç direncini desteklediği gösterilmiştir (Joo VD, 2018). Bununla birlikte, nükleolin işlevlerinin altında yatan kesin mekanizmalar tam olarak anlaşılamamıştır (Salvetti vd, 2016).

Sisplatin klinikte yaygın olarak kullanılan sitotoksik antikanser ilaçları arasındadır. Sisplatin, tümör hücrelerinde, DNA-platin komplekslerinin oluşturulması ile antimitotik etki gerçekleştiren bir kemoterapi ajanıdır. Kanser hücrelerinde sisplatine karşı direnç elde edilmesi, tümör mikro ortamının sisplatin direncinin gelişiminde, önemli bir rol oynadığını göstermektedir (Chen vd, 2019). İlaç direnci, anti kanserojen ilaçların birçok maligniteye karşı iyileştirici potansiyelini önemli ölçüde engellemektedir. Bu nedenle çoklu ilaç direnç mekanizmalarının anlaşılması, DNA onarım kapasitesinin desteklenmesi ve tedavi etkinliğinin artırılması açısından çok önemlidir.

Bu çalışmada, K562 lösemi hücrelerinde sisplatin ve nükleolin arasındaki ilişki protein ekspresyon düzeyinde araştırılmıştır. Sisplatin uygulanmış hücrelerin nükleolin ekspresyon düzeylerinde artış gözlemlenmiştir. Sonuçlarımız, nükleolin proteininin K562 hücrelerinde sisplatin direnç mekanizması için potansiyel bir hedef olabileceğini göstermektedir.

MATERYAL VE METOD

Hücre Kültürü

Çalışmada, insan lösemi hücre hattı (K562) kullanılmıştır. Hücre hattı % 10 FBS, penisilin/streptomisin takviyeli besiyeri ortamında kültürlenmiştir. Hücreler 37 °C'de %5 CO_2'de inkübe edilmiştir.

Hücre Proliferasyon Testi

Her bir grup için hücreler (5×10^3) 3 tekrarlı olarak 96 kuyucuklu plaklara ekilmiştir. Gece boyu inkübasyon uygulanmıştır. Yapışmış olan hücrelerin besiyeri, 10 µM sisplatin içeren besiyerleri ile değiştirilmiştir. İlaç içeren besiyeri 48 saatlik inkübasyon sonrası çıkarılıp kuyucuklar 1xPBS ile yıkanmıştır. Sonrasında hücre canlılığını belirlemek için %10 uL CCK-8 çözeltisi içeren 100 uL besiyeri her kuyuya ilave edilmiştir. Dört saatlik inkübasyon sonunda plaka okuyucu kullanılarak 450 nm de absorbans değerleri belirlenmiştir. Hesaplamalarda, işlenmiş hücrelerin canlılığı, kontrol hücrelerinin yüzdesi olarak ifade edilmiştir.

Western Blot

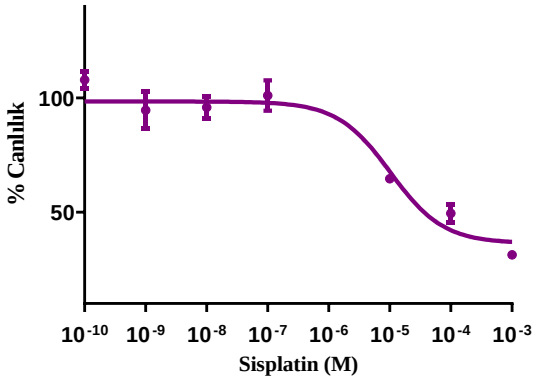
Deney öncesi hücreler yapışmaları için gece boyunca bekletilmiştir. Ertesi gün hücre besiyeri 10 µM sisplatin içeren besiyerleri ile değiştirilmiştir. Hücrelere 48 saatlik inkübasyon sonrası, RIPA tamponu ile hücre parçalama işlemi uygulanmıştır. Örnekler 14000 rpm'de 15 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası süpernatant toplanıp BCA yöntemi ile protein konsantrasyonu ölçülmüştür. Bu işlem sonrası proteinler %10'luk SDS-jel ile moleküler ağırlıklarına göre ayrılmış ve blotlama işlemine geçilmiştir. Jelde bulunan proteinler nitroselüloz membrana aktarılmış ve 1 saat bloklama uygulanmıştır. Bloklama sonrası membran primer antikorla 1 saat boyunca inkübe edilmiştir. Yıkama işlemlerini takiben membran, peroksidaz konjuge sekonder antikorlarla 1 saat inkübe edilmiştir. Yıkama işleminin ardından bantların görüntülenme işlemi filme aktarılarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada insan lösemi hücrelerine (K562) antikanserojen sisplatin uygulanması sonrası nükleolin ekspresyon değişimleri incelenmiştir.

Farklı miktarlarda sisplatin uygulanan K562 hücrelerinin canlılık oranları

Çalışmada öncelikle sisplatinin lösemi hücrelerine antiproliferatif etkisinin belirlenmesi için sisplatin doz yanıt eğrisi çizilmiş ve EC50 değerleri bulunmuştur (Şekil 1). Bu bulgulara göre sisplatin 10 µM düzeyinde uygulandığında hücreler için medyan efektif doz oranlarına ulaşılmıştır. Sisplatin birçok kanser tipinde kemoterapi ajanı olarak kullanılan etkili bir antimitotiktir. İlaca karşı hücrelerin kemoresistans oluşturması sisplatinin tedavi etkinliğini sınırlamaktadır. Bu nedenle sisplatin etkinliğini artırmak için çalışmalar mevcuttur. Bir çalışmada, sisplatin konsantrasyonu 4,5 µM'ye kadar arttırılarak K562 hücreleri sisplatine dirençli hale getirilmiş ve bu hücrelere uygulanan paladyum komplekslerinin K562 hücre hattına karşı dikkate değer sitotoksik etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Jahanian vd, 2019).

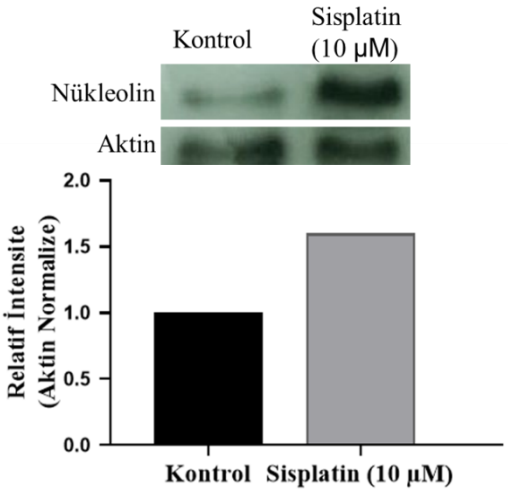


	Sisplatin
EC50	1.022e-005

Şekil 1. K562 hücrelerinde sisplatin doz yanıt eğrisi, EC50 değeri.

K521 hücre hattı nükleolin ekspresyonları ve sisplatinin etkisi

Çalışmada, K562 hücrelerine sisplatin uygulamasının, nükleolin protein ekspresyonları üzerine etkisi western blot yöntemi ile incelenmiştir. Antimitotik sisplatin 10 µM düzeyinde uygulanmış ve 48 saat sonra hücrelerden protein ekstraksiyonu yapılarak immunblotlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bulgulara göre sisplatin uygulanan grup, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında nükleolin ekpresyon düzeylerinde önemli bir artış gözlemlenmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Aktin'e normalize edilmiş K562 nükleolin proteininin western blot analizi. Sisplatin uygulanmış grup ile kontrol grubu nükleolin ekspresyon oranları gösterilmiştir.

Nükleolin proteini tümör gelişiminde, çeşitli tümör hücrelerinde yüksek ekspresyon göstermesi nedeni ile onkolojide dikkat çeken bir proteindir. Nükleolin, farklı hücresel yolaklar üzerindeki etkisiyle tümör hücrelerinin proliferasyonunu, invazyonunu ve göçünü destekler (Yamada vd, 2014). Sisplatin resistant, Hela/DDP hücrelerinde nükleolin protein seviyesinin arttığı ve nükleolinin sisplatin direnci ile yüksek oranda ilişkili olduğunu gösterilmiştir (Ke vd, 2021). Etoposit ve mitoksantrona direnç gelişmiş meme kanseri hücrelerinde nükleolin ekspresyonunun önemli ölçüde arttığı bulunmuştur (Fu vd, 2005).

SONUÇ

K562 lösemi hücrelerinde sisplatin için EC50'ye uygun dozlarda ilaç uygulandığında, sisplatinin indüklediği antimitotik etkiye karşı nükleolinin protein ekspresyonundaki değişimler, çoklu ilaç direnci mekanizmasının incelenmesi ve anlaşılması açısından önemli hücresel yanıtlardır.

KAYNAKLAR

Chen SH, Chang JY 2019. New Insights into Mechanisms of Cisplatin Resistance: From Tumor Cell to Microenvironment. Int J Mol Sci. 20(17): 4136.

Fonseca NA, Rodrigues AS, Santos PR, Alves V, Gregório AC, Fernandes AV, Silva JN, Moura,V., Santos J 2015. Nucleolin overexpression in breast cancer cell sub-populations with different stem-like phenotype enables targeted intracellular delivery of synergistic drug combination. Biomaterials, 69:76-88.

Fu Z, Fenselau C 2005. Proteomic Evidence for Roles for Nucleolin and Poly[ADP-ribosyl] Transferase in Drug Resistance. J. Proteome Res. 4, 5, 1583–159.

Jahanian-Najafabadi A, Mirian M, Rohani F, Karami K, Kharat MH, Sadeghi-Aliabadib H 2019. Novel Palladium Complex: Cytotoxicity against Cisplatin-resistant K562 Cells. Iran J Pharm Res.18(3): 1323–1331.

Joo EJ, Wasik BR, Parrish C, Paz H, Möhlenhoff, Abdel-Azim MH, Groffen J, Heisterkamp N.2018. Pre-B acute lymphoblastic leukemia expresses cell surface nucleolin as a 9-O-acetylated sialoglycoprotein. Sci Rep. 8: 17174.

Ke J, Gu C, Zhang H, Liu Y, Zhang W, Rao H, Li S, Wu F. 2021 Nucleolin Promotes Cisplatin Resistance in Cervical Cancer by the YB1-MDR1 Pathway. J Oncol. 2021: 9992218.

Salvetti A, Couté Y, Epstein A, Arata L, Kraut A, Navratil V, Bouve P, and Greco A 2016. Nuclear Functions of Nucleolin through Global Proteomics and Interactomic Approaches. Proteome Res. 5, 5, 1659–1669.

Yamada T, Park CS, Shen Y, Rabin KR, H Lacorazza HD 2014. G0S2 inhibits the proliferation of K562 cells by interacting with nucleolin in the cytosol. Leuk Res. 38(2):210-7.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Akdeniz ve Ege Denizleri'nden örneklenen sardalya, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792)' un boy-ağırlık ve boy-boy ilişkilerinin değerlendirilmesi

Melek ÖZPİÇAK[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3506-4242*), Semra SAYGIN[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3249-507*)

[*1]Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Samsun, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: semra.saygin@omu.edu.tr

Özet

Boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri çalışmaları balıkçılık biyolojisinde oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada Türkiye'nin Akdeniz ve Ege Denizleri'nden örneklenen ve ekonomik değeri yüksek olan sardalya (*Sardina pilchardus*) balığının boy-ağırlık ve boy-boy ilişkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Sardalya balığı örnekleri Akdeniz (N=50 birey) ve Ege Denizleri'nde (N=54 birey) avcılık yapan ticari balıkçılardan temin edilmiştir. Örneklenen bireylerin ortalama total, çatal, standart boyları (±0,1 cm) ve ağırlıkları (±0,01 g) sırası ile Akdeniz için; 22,84 cm, 19,26 cm, 17,83 cm, 101,51 g ve Ege Denizi için; 12,88 cm, 11,74 cm, 10,74 cm ve15,21 g olarak belirlenmiştir. Örneklenen bireylerin cinsiyet tayinleri makroskobik olarak gerçekleştirilmiş olup, Akdeniz'de 24 dişi ve 26 erkek birey, Ege Denizi'nde 31 dişi ve 23 erkek birey olduğu tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre Akdeniz örnekleri için cinsiyetler arasında boy (P=0.989) ve ağırlık (P=0.718) bakımından istatistiksel anlamda önemli bir farklılık saptanamazken, Ege Denizi örneklerinde cinsiyetler arasında ağırlık (P=0.012) bakımından fark bulunmuştur. Ege Denizi örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi denklemi $W=0{,}015TL^{2{,}691}$ (r^2= 0,778, P<0,001), Akdeniz örneklerinin boy-ağırlık ilişkisi denklemi $W=0{,}006TL^{3{,}094}$ (r^2= 0,862, P<0,001)' dir. Boy-boy ilişkilerinin regresyon katsayıları (r^2) %59,1-%96,6 (Akdeniz) ile %86,1- %95,4 arasında değişim göstermektedir ve istatistiksel anlamda önemlidir (P<0,001). Akdeniz (%95 güven aralığı; 2,740-3,448) ve Ege Denizi (%95 güven aralığı; 2,296-3,086)'nden örneklenen sardalya balığı populasyonları izometrik büyüme göstermektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların sardalya balığı ile ilgili olarak bundan sonra gerçekleştirilecek olan ekoloji ve büyüme çalışmalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Sardina pilchardus*, Ege Denizi, Akdeniz, boy-ağırlık ilişkisi, boy-boy ilişkisi

Evaluation of length-weight and length-length relationships of European pilchard, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) sampled from the Mediterranean and Aegean Seas.

Abstract

Length-weight and length-length relations studies have a very important place in fisheries biology. In this study, it was aimed to evaluate the length-weight and length-length relationships of European pilchard (*Sardina pilchardus*) which have high economic value sampled from the Mediterranean and Aegean Seas of Turkey. Fish samples were obtained from commercial fishermen fishing in the Mediterranean (N=50 individuals) and Aegean Seas (N=54 individuals). The mean total, fork, standard length (±0.1 cm) and weight (±0.01 g) of the sampled individuals for the Mediterranean Sea and Aegean Sea were determined as 22.84 cm, 19.26 cm, 17.83 cm, 101.51 g and 12.88 cm, 11.74 cm, 10.74 cm and 15.21 g, respectively. The sex determination of individuals was performed macroscopically, and it was determined that there were 24 female and 26 male individuals in the Mediterranean, and 31 females and 23 males in the Aegean Sea. According to the results of the analysis, no statistically significant difference was found between the sexes in terms of total length (P=0.989) and weight (P=0.718) for Mediterranean samples, while a difference was found between the sexes in terms of weight (P=0.012) in Aegean Sea samples. The equation of length-weight relationship of Aegean Sea samples is $W=0.015TL^{2.691}$ (r^2= 0.778, P<0.001), the equation of length-weight relationship of Mediterranean samples is $W=0.006TL^{3.094}$ (r^2= 0.862, P<0.001). The regression coefficients (r^2) of the length-length relationships range from 59.1% to 96.6% (Mediterranean Sea) to 86.1% to 95.4% (Aegean Sea) and are statistically significant (P<0.001). Sardine fish populations sampled from the Mediterranean (95% CI; 2,740-3,448) and Aegean Sea (95% CI; 2,296-3,086) show isometric growth.

It is thought that the results obtained from this study will contribute to the ecology and growth studies to be carried out in the future regarding sardine fish.

Keywords: *Sardina pilchardus*, Aegean Sea, Mediterranean Sea, length-weight relationship, length-length relationship

GİRİŞ

Avrupa sardalya balığı, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) hızlı büyüyen ve kısa ömürlü küçük bir pelajik balık türüdür. Akdeniz ve Karadeniz de dahil olmak üzere Kuzey Denizi'nden Senegal kıyılarına kadar kuzeydoğu Atlantik boyunca en önemli balık kaynaklarından biri olarak değerlendirilmektedir (Castalago ve Palomera, 2014). Türkiye denizleri içerisinde en çok Ege Denizi'nden avlanan sardalya balıklarının yakalandıkları denize göre büyüklüğü farklılık arz etmektedir. Üretimi ile dünyanın pek çok ülkesinde ekonomiye olan katkısının yanı sıra bu tür, denizlerimizin biyolojik çeşitliliği ve ekolojik dengesi açısından önemli bir etkiye sahiptir (Smal, 2002; Williams, 2003). Sardalya balığının büyümesi, yaşı, üremesi, populasyon özellikleri gibi farklı konularda gerçekleştirilmiş olan birçok çalışma mevcuttur (Sever ve ark., 2005; Abderrazik ve ark., 2014; Castalago ve Palomera, 2014; Silva ve ark., 2015; Mustač ve Sinovčić, 2018). Sardalya balığının IUCN kriterlerine göre koruma statüsü "LC-Asgari Endişe" olarak belirlenmiştir (The IUCN Red List of Threatened Species, Version 2022-1).

Üç tarafının denizlerle kaplı olması sebebi ile zoocoğrafik açıdan oldukça değerli bir konumda olan Türkiye de diğer dünya ülkeleri gibi git gide alternatif besin ihtiyaçlarının ortaya çıkmasından dolayı balıkçılık yönetiminin ve balıkçılık biyolojisinin etkili bir şekilde koordineli olarak yürütülmesi gerçeğiyle karşı karşıya bırakmıştır. Sucul ekosistemin sürdürülebilirliğinin en iyi şekilde sağlanması için bu habitatlarda yayılış gösteren balık stoklarının düzenli olarak incelenmesi ve takibinin yapılması hem balıkçılık yönetimi ve hem de balıkçılık biyolojisi açısından oldukça önemlidir (Avşar, 1996; Froese ve ark., 2011). Boy-ağırlık ilişkisi parametreleri, balık biyolojisi, balıkçılık yönetimi ve populasyon dinamiği çalışmaları için son derece önemli veriler olarak değerlendirilmektedirler (Garcia ve ark., 1989; Haimovici ve Velasco, 2000). Boy-ağırlık ilişkileri, (a) balık boyundan ağırlığının tahmin edilmesine, (b) farklı bölge ya da lokaliteler arasında balık büyümesinin karşılaştırılmasına, (c) boy frekans verilerinden biyomas hesaplanmasına, (d) farklı zaman dilimlerinde incelenen örneklerin sağlık durumlarının karşılaştırılması gibi araştırmalara katkı sağlar (Petrakis ve Stergiou, 1995; Goncalves et al., 1997; Kautrakis ve Tsikliras, 2003; Neserabad ve ark., 2022). Boy-boy ilişkileri farklı boy uzunluğu kullanılarak yapılan çalışmaların karşılaştırılmasında önem taşımaktadır (Moutopoulos ve Stregiou, 2002) ve büyüme tiplerinin standardize edilebilmeleri için kullanışlıdırlar (Simon ve Mazlan, 2008).

Bu çalışmada Türkiye'nin Akdeniz ve Ege Denizleri'nden örneklenen ve ekonomik değeri yüksek olan sardalya (*Sardina pilchardus*) balığının boy-ağırlık ve boy-boy ilişkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra bu çalışmayla türün Akdeniz ve Ege Denizi populasyonları için hesaplanan boy-ağırlık, total boy-standart boy, total boy-çatal boy, çatal boy-standart boy ilişkileri sardalyanın gerek yurtiçi gerekse yurtdışında yapılan çalışmalar ile karşılaştırma yapılmasına imkân sağlayacaktır.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada; sardalya balıkları 2019 avcılık sezonunda Akdeniz (N=50) ve Ege Deniz (Altınoluk) (N=54) lerinde ticari avcılık yapan balıkçılardan temin edilmiştir. Örneklenen bireyler Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Fakültesi, İhtiyoloji Araştırma Laboratuvarı'na getirilmiştir. Örneklerin total boy (TL), çatal boy (FL) ve standart boyları (SB) ölçülmüş (±0,1 cm) ve de ağırlıkları tartılmıştır (±0,01 g). Eşey tayini gonadların makroskobik olarak incelenmesiyle yapılmıştır. Tüm boy-ağırlık ilişkilerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Bagenal ve Tesch, 1978)

$$W = a.L^b \quad (1)$$

Bağıntıda W= balık ağırlığı (g), a ve b ilişki sabitleri, L= balık boyudur (cm). Boy-ağırlık ilişkisi parametreleri Log W= Log a + b Log TL doğrusal regresyon eşitliği ile belirlenmiştir. b değerinin 3'ten farklı olup olmadığını tespit etmek için t-testi uygulanmıştır (b=3, izometrik büyüme; b>3, pozitif allometrik büyüme; b<3, negatif allometrik büyüme) (Zar, 1999). Boy-boy ilişkileri doğrusal regresyon analizi kullanılarak hesaplanmıştır.

Boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri dişi, erkek ve tüm bireyler için ayrı ayrı tespit edilmiştir. İstatistiksel karşılaştırmalarda SPSS ve MİNİTAP paket programları kullanılmıştır.

BULGULAR

Akdeniz ve Ege Denizleri'nden örneklenen *S. pilchardus* bireylerinin ortalama total boy ve ağırlık değerleri sırasıyla 22,84±0,16 ve 101,51±2,41 ile 12,88±0,12 ve 15,21±0,45 arasında değişmektedir. Örneklere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Lokasyonlara göre *S. pilchardus* bireylerinin tanımlayıcı istatistikleri

		Akdeniz			Ege Denizi		
	Değişken	**Min**	**Maks**	**Ort±sh**	**Min**	**Maks**	**Ort±sh**
Tüm populasyon	Total boy	20,4	25,6	22,84±0,16	11,0	15,5	12,88±0,12
	Çatal boy	17,0	22,1	19,26±0,14	9,0	14,0	11,74±0,12
	Standart boy	16,0	20,7	17,83±0,13	8,0	13,0	10,75±0,12
	Ağırlık	69,03	141,11	101,51±2,41	9,52	25,41	15,21±0,45
Dişi	Total boy	20,4	25,6	22,84±0,27	11,1	15,5	13,02±0,17
	Çatal boy	17,9	22,1	19,47±0,21	10,2	14,0	11,91±0,16
	Standart boy	16,5	20,7	18,10±0,19	9,4	13,0	10,93±0,15
	Ağırlık	71,59	141,11	100,58±3,74	9,52	25,41	16,11±0,69
Erkek	Total boy	20,7	24,6	22,84±0,19	11,0	14,0	12,70±0,17
	Çatal boy	17,0	21,4	19,08±0,18	9,0	12,9	11,51±0,18
	Standart boy	16,0	19,5	17,60±0,16	8,0	11,9	10,50±0,18
	Ağırlık	69,03	128,62	102,37±3,16	9,95	17,05	14,00±0,41

Akdeniz populasyonunda dişi ve erkek bireyler total boy (t testi; P=0,989) ve ağırlık (t testi; P=0,718) değerleri açısından karşılaştırıldığında istatistiksel anlamda bir fark olmadığı sonucu ortay çıkmıştır. Ancak Ege populasyonu değerlendirildiğinde total boy (t testi; P=0,184) bakımından dişi ve erkek bireyler arasında fark bulunmazken ağırlık (t testi; P=0,012) bakımından fark olduğu belirlenmiştir. Akdeniz populasyonu için populasyon genelinde boy-ağırlık ilişkisi denklemi $W=0{,}006TL^{3{,}094}$ (r^2= 0,862, P<0,001), Ege popülasyonunda $W=0{,}015TL^{2{,}691}$ (r^2= 0,778, P<0,001) olarak belirlenmiştir. İki populasyona ait örneklerin boy-ağırlık ilişkileri parametreleri ve büyüme tipleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Lokasyonlara göre boy-ağırlık ilişkisi parametreleri ve büyüme tipleri

Lokalite		**Boy-Ağırlık İlişkisi Parametreleri**			**R^2**	**P değeri**	**Büyüme tipi**
		a	**b**	**% 95 güven aralığı**			
Akdeniz	Tüm populasyon	0,006	3,094	2,740-3,448	0,862	<0,001	İzometrik
	Dişi	0,010	2,953	2,587-3,319	0,924	<0,001	İzometrik
	Erkek	0,003	3,311	2,633-3,989	0,801	<0,001	İzometrik
Ege Denizi	Tüm populasyon	0,015	2,691	2,296-3,086	0,778	<0,001	İzometrik
	Dişi	0,007	3,016	2,503-3,529	0,827	<0,001	İzometrik
	Erkek	0,095	1,961	1,440-2,482	0,731	<0,001	(-) Allometrik

Her iki lokasyona ait *S.pilchardus* populasyonlarının linear regresyon modeli kullanılarak hesaplanan boy-boy ilişkileri istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur (P<0.001). Tablo 3 ve Tablo 4'de boy-boy ilişki dönüşüm katsayıları belirtilmiştir.

Tablo 3. Akdeniz'den örneklenen sardalya balığı populasyonunun total, çatal ve standart boyları arasındaki boy-boy ilişkileri

Cinsiyet	Denklem	N	a	b	r^2	P
Tüm populasyon	TL = a + b FL	50	3,06	1,03	72,9	<0,001
	TL = a + b SL		4,37	1,04	63,9	<0,001
	FL = a + b SL		0,74	1,04	93,1	<0,001
Dişi	TL = a + b FL	24	-0,60	1,20	81,3	<0,001
	TL = a + b SL		-0,28	1,28	77,5	<0,001
	FL = a + b SL		0,15	1,07	96,6	<0,001
Erkek	TL = a + b FL	26	5,18	0,93	70,1	<0,001
	TL = a + b SL		6,16	0,95	59,1	<0,001
	FL = a + b SL		0,56	1,05	89,5	<0,001

Tablo 4. Ege Denizi'nden örneklenen sardalya balığı populasyonunun total, çatal ve standart boyları arasındaki boy-boy ilişkileri

Cinsiyet	Denklem	N	a	b	r^2	P
Tüm populasyon	TL = a + b FL	54	1,61	0,96	91,6	<0,001
	TL = a + b SL		2,44	0,97	91,4	<0,001
	FL = a + b SL		1,25	0,98	92,9	<0,001
Dişi	TL = a + b FL	31	0,54	1,05	95,4	<0,001
	TL = a + b SL		1,64	1,04	91,3	<0,001
	FL = a + b SL		1,33	0,97	90,5	<0,001
Erkek	TL = a + b FL	23	2,78	0,86	86,1	<0,001
	TL = a + b SL		3,18	0,91	92,5	<0,001
	FL = a + b SL		1,10	0,95	94,8	<0,001

TARTIŞMA

Balıkçılık biyolojisinde stok çalışmaları, balık stoklarının yönetimi ve korunması için gerekli olan bilimsel bilgiyi sunmaktadır. Boy-ağırlık ilişki parametreleri balık biyolojisi ve balıkçılık yönetiminde oldukça önemli olan verilerdir (Garcia ve ark., 1989). Ayrıca, boy-boy ilişki denklemleri de farklı boy tipleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışmaların karşılaştırılmasında oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Moutopoulos ve Stergiou, 2002; Hossain ve ark., 2006; Singh ve Serajuddin, 2017).

Bu çalışmada, Akdeniz ve Ege Denizleri'nden örneklenmiş olan *S. pilchardus* populasyonlarının boy-ağırlık ve boy-boy ilişkileri incelenmiştir. Akdeniz populasyonunda dişi ve erkek bireyler arasında total boy ve ağırlık bakımından fark bulunmazken (P>0,05), Ege Denizi populasyonunda cinsiyetler arasında ağırlık bakımından fark gözlenmiştir (P<0,05). Balık populasyonları arasında boy ve ağırlık verileri arasında gözlenen varyasyonlar ekolojik şartların farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Nikolsky, 1963). Le Cren (1951)'e göre balıklarda ideal balık büyümesi izometrik büyümedir ve "b" değeri 3 olarak kabul edilmektedir. Gerçekleştirilen bu çalışmada Akdeniz popülasyonunda hem dişi hem erkek bireylerde izometrik büyüme söz konusu iken, Ege popülasyonunda dişilerde izometrik erkek bireylerde ise (-) allometrik büyüme belirlemiştir. Literatür incelendiğinde sardalya balığı ile ilgili olarak gerçekleştirilen çalışmalarda elde edilen boy ağırlık ilişki parametreleri ve büyüme tipleri Tablo 5'te özetlenmiştir.

Tablo 5. Faklı lokalitelerde sardalya balığı ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalardan elde edilen boy-ağırlık ilişki parametreleri ve büyüme tipleri

Lokalite	Cinsiyet	N	a	b	r^2	Büyüme Tipi	Referans
Güney Euboikos Körfezi	♂♀	82	0.00003	2.754	0,820	(-) Allometrik	Petrakis ve Stergiou, 1995
Doğu Akdeniz	♂♀	3850	0,050	3,153	0,894	İzometrik	Voulgaridou ve Stergiou, 2003
Adriyatik Denizi	♂♀	4441	0,0038	3,230	0,980	(+) Allometrik	Sinovčić ve ark., 2004
Marmara Denizi	♂♀	11	0,0021	3,540	0,980	(+) Allometrik	Tarkan ve ark., 2006
Ege Denizi (İzmir Körfezi)	♂♀	388	0,0076	3,190	0,890	(+) Allometrik	Özaydin ve Taskavak, 2006
Orta Adriyatik Denizi	♂	668	0,0425	2,371	0,580	(-) Allometrik	Mustač ve Sinovčić, 2010
	♀	541	0,0342	2,465	0,730		
Cadiz Körfezi	♂♀	1656	0,0082	3,016	0,870	İzometrik	Torres ve ark., 2012
Ege Denizi	♂	1193	0,008	2,914	0,860	(-) Allometrik	Tsikliras ve Koutrakis, 2013
	♀	2849	0,004	3,217	0,890	(+) Allometrik	
İzmir Körfezi-Homa Lagünü	♂♀	77	0,0070	3,053	0,990	(+) Allometrik	Acarlı ve ark., 2014
İzmir Körfezi	♂♀	212	0,0019	3,421	0,870	(+) Allometrik	Şenbahar ve ark., 2020
Akdeniz	♂♀	50	0,006	3,094	0,862	İzometrik	Bu çalışma
	♂	26	0,003	3,311	0,801		
	♀	24	0,010	2,953	0,924		
Ege Denizi	♂♀	54	0,015	2,691	0,778	İzometrik	
	♂	23	0,095	1,961	0,731	(-) Allometrik	
	♀	31	0,007	3,016	0,827	İzometrik	

Boy-boy ilişkileri çalışmaları literatürde farklı boy tiplerinin kullanıldığı çalışmalar ile karşılaştırmaların gerçekleştirilmesi, biyomas hesaplanması ve büyüme verileri ile ilgili bilgilerin elde edilmesi için oldukça önemlidirler (Ault ve ark., 2005; Aburto-Oropeza ve ark., 2011). Karachle ve Stergiou (2008), Kuzey Ege Denizi'nde sardalya balıklarının boy-boy dönüşümünü incelemişler ve tüm ilişkileri oldukça kuvvetli bulmuşlardır. Her üç dönüşüm için de r^2 değerleri 0,99 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada da boy-boy ilişkileri istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

SONUÇ

Balıklarda boy-ağırlık, boy-boy ilişkileri gibi çalışmalarda elde edilen veriler sabit olmayıp beslenme yeterliliği, gonad gelişimi, beslenme hızı ve üreme dönemleri gibi birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Parametreler ayrıca genetik yapı, vücut şekli ve kondisyon faktörü gibi birçok faktöre bağlı olarak türler ve populasyonlar arasında farklılık gösterebilir. *S. pilchardus* türü de Akdeniz ve Ege Denizi'nde ekonomik değeri oldukça yüksek olan bir balık türüdür. Bu çalışmadan elde edilen sonuçların tür ile ilgili olarak bundan sonra gerçekleştirilecek olan çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Abderrazik W, Baali A, Schahrakane Y, Tazi O 2016. Study of reproduction of sardine, Sardina pilchardus in the North of Atlantic Moroccan area. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation, 9(3): 507-517.

Aburto-Oropeza O, Erisman B, Galland GR, Mascareñas-Osorio I, Sala E, Ezcurra E 2011. Large recovery of fish biomass in a no-take Marine Reserve. PLoS One. 6(8): e23601.

Acarli D, Kara A, Bayhan B 2014. Length-weight relations for 29 fish species from Homa Lagoon, Aegean Sea, Turkey. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 44(3): 249- 257.

Ault JS, Smith SG, Bohnsack JA 2005. Evaluation of average length as an estimator of exploitation status for the Florida coral-reef fish community. ICES Journal of Marine Science, 62: 417-423.

Avşar D 1996. Balıkçılık biyolojisi ve populasyon dinamiği. Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi No:5, Baki Kitap ve Yayınevi, Adana, 303s.

Bagenal TB, Tesch FW 1978. Age and Growth. In T. Bagenal (Ed), Methods for assessment of fish production in fresh waters, 3rd ed: IBP Handbook No.3, Blackwell Science Publications, Oxford.

Castalago D, Palomera I 2014. Feeding of European pilchard (*Sardina pilchardus*) in the northwestern Mediterranean: from late larvae to adults. Scientia Marina, 78(1): 41-54.

Froese R, Tsikliras AC, Stergiou KI 2011. Editorial note on weight-length relations of fishes. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 41(4): 261-263.

Garcia CB, Buarte JO, Sandoval N, Von Schiller D, Mello NP, 1989. Length-weight relationships of demersal fishes from the Gulf of Salamanca, Colombia, Fishbyte, 21: 30–32.

Gonçalves JMS, Bentes L, Lino PG, Ribeiro J, Canario AVM. Erzini K 1997. Weight–length relationships for selected fish species of the small-scale demersal fisheries of the south and south-west coast of Portugal. Fisheries Research, 30: 253–256.

Haimovici M, Velasco G, 2000. Length-weight relationship of marine fishes from Southern Brazil, The ICLARM Quarterly, 23 (1): 14–16.

Hossain MY, Ahmed ZF, Leunda PM, Jasmine S, Oscoz J, Miranda R, Ohtomi J 2006. Condition, length–weight and length–length relationships of the Asian striped catfish *Mystus vittatus* (Bloch, 1794) (Siluriformes: Bagridae) in the Mathabhanga River, southwestern Bangladesh. Journal of Applied Ichthyology, 22: 304–307.

Koutrakis ET, Tsikliras AC, 2003. Length-weight relationships of fishes from three northern Aegean estuarine systems (Greece), Journal of Applied Ichthyology, 19: 258-260.

Le Cren ED 1951. The length-weight relation-ship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). J. Anim. Ecol., 20(2): 201-219.

Moutopoulos DK, Stregiou KI 2002. Length–weight and length–length relationships of fish species from the Aegean Sea (Greece). Journal of Applied Ichthyology, 18: 200–203.

Mustač B, Sinovčić G 2010. Reproduction, length-weight relationship and condition of sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), in the eastern Middle Adriatic Sea (Croatia). Periodicum Biologorum, 112(2): 133-138.

Naserabad SN, Poorbagher H, Eagderi A 2022. Estimating length-weight, length-length relationships, and condition factor of eight fish species, a case study of Bashar River, Tigris drainage (Iran). Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 39(4): 332-337.

Nikolsky GV 1963. The Ecology of Fishes, Academic Press., London.

Özaydin O, Taskavak E 2006. Length-weight relationships for 47 fish species from Izmir Bay (eastern Aegean Sea, Turkey). Acta Adriatica, 47(2): 211-216.

Petrakis G, Stergiou KI 1995. Weight-length relationships for 33 fish species in Greek waters. Fisheries Research, 21(3-4): 465-469.

Sever TM, Bayhan B, Taskavak E 2005. A preliminary study on the feeding regime of European pilchard (*Sardina pilchardus* Walbaum 1792) in Izmir Bay, Turkey, Eastern Aegean Sea. WorldFish Center Quarterly, 28(3-4): 41-48.

Silva A V, Meneses I, Silva A 2015. Predicting the age of sardine juveniles (*Sardina pilchardus*) from otolith and fish morphometric characteristics. Scientia Marina, 79(1): 35-42.

Simon KD, Mazlan AG 2008. Length-weight and length-length relationships of archer and puffer fish species. The Open Fish Science Journal, 1(1).

Singh M, Serajuddin M 2017. Length-weight, length- length relationship and condition factor of *Channa punctatus* collected from three different rivers of India. Journal of Entomology and Zoology Studies, 5 (1): 191-197.

Sinovčić, G., Franičević, M., Zorica, B. ve Čikeš-Keč, V. (2004). Length-weight and length-length relationships for 10 pelagic fish species from the Adriatic Sea (Croatia). Journal of Applied Ichthyology, 20(2): 156-158.

Smal JP 2002. Fisheries productivity in the norhtestern Pacific Ocean over the past 2,200 years. Nature. 416: 729-733.

Şenbahar AM, Güleç Ö, Tosunoğlu Z, Özaydın O 2020. Length-weight relationship of the most landed pelagic fish species European pilchard (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792) and European anchovy (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758) in the Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey) purse seine fishery. Marine Science and Technology Bulletin, 9(1): 32-37

Tarkan AS, Gaygusuz Ö, Acıpınar H, Gürsoy Ç, Özuluğ M 2006. Length-weight relationship of fishes from the Marmara region (NW-Turkey). Journal of Applied Ichthyology, 22(4): 271-273.

Torres MA, Ramos F, Sobrino I 2012. Length–weight relationships of 76 fish species from the Gulf of Cadiz (SW Spain). Fisheries Research, 127-128: 171-175.

Tsikliras AC, Koutrakis ET 2013. Growth and reproduction of European sardine, *Sardina pilchardus* (Pisces: Clupeidae), in northeastern Mediterranean. Cahiers de Biologie Marine, 54(3): 365-374.

Voulgaridou P, Stergiou KI 2003. Trends in various biological parameters of the European sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), in the Eastern Mediterranean Sea. Scientia Marina, 67(S1): 269-280.

Williams JG 2003. Sardine fishing in the early 20th century. Science. 300: 2032.

Zar JH 1999. Biostatistical analysis. New Jersey, Prentice-Hall.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Bilyalı dövme yoluyla AISI1060 çeliğinin yüzey modifikasyonu

Cansu Apaydın[1*] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1544-913X)*, Simge Gençalp İrizalp[2] *(ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0339-5699)*,
Yiğit Erçayhan[3] *(ORCID:https://orcid.org/0000-0002-1213-1572)*

[*1,2] Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Manisa/Türkiye
[3]İzmir Ekonomi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği, İzmir/Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: cansu.apaydın@cbu.edu.tr

Özet

Yüzey modifikasyonu, mekanik işlevselliği geliştirme ve malzemenin çevre ile etkileşimini modüle etme konusundaki yüksek potansiyeli nedeniyle artan ilgi görmektedir. Mekanik yüzey işlemleri arasında, bilyalı dövme, etkinliği, çevre dostu olması, görece düşük maliyeti ve minimum geometrik kısıtları dikkate alındığında, son zamanlarda yüzey tane yapısını inceltmek ve yüzeyaltı mekanik dayanımı arttırarak olası hasarları önleyici/geciktirici olması sebebiyle umut verici bir yöntemdir. Bu çalışma, bilyalı dövmenin, el aletlerinden kesme makası olarak tercih edilen uygulamaların yanı sıra özellikle alaşımlı çeliklere göre çok daha uygun fiyatlı olan, mil, aks ve şaft gibi zorlamalı parçalarda kullanılan AISI1060 çeliğinin yüzey durumu üzerindeki etkilerini değerlendirmektedir. Farklı bilya çapları kullanılarak çoklu bilyalanmış 1060 numuneler mikroyapı, yüzey pürüzlülüğü, yüzey topografyası ve mikrosertlik açısından incelenmiştir. Sonuçlar, bilyalı dövülmüş malzemelerin yüzey altında tane incelmesi ile mikrosertlikte bir miktar artış ve yüzey pürüzlülüğünün bir çizgi hattı boyunca değerlendirilmesi ile ortalamada bir artış gösterirken, AFM ile bir alan tarandığında homojen bir yüzey durumu oluşturulduğu ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Bilyalı dövme, AISI1060 çeliği, yüzey pürüzlülüğü, mikrosertlik

Surface modification of AISI steel by shot peening

Abstract

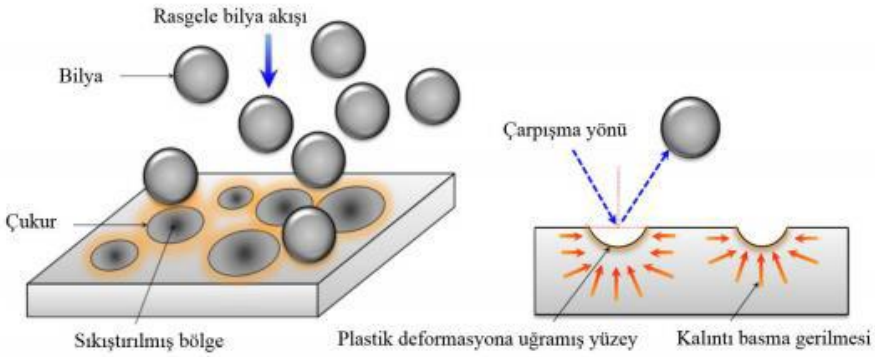
Surface modification aims increasing attention due to its high potential to improve mechanical functionality and modulate the material's interaction with the environment. Among the mechanical surface treatments, shot peening is a promising method due to its effectiveness, environmental friendliness, relatively low cost and minimal geometrical constraints, recently surface grain refining and increasing the subsurface mechanical strength, preventing/retarding possible damages. This study evaluates the effects of shot peening on the surface condition of AISI1060 steel, which is used in forced parts such as shafts and axles, which is much more affordable than alloy steels, as well as preferred applications such as cutting shears from hand tools. Multiple shot peened 1060 samples using different ball diameters were examined in terms of microstructure, surface roughness, surface topography and microhardness. The results showed that the subsurface grain refinement of the peened materials showed an increase in microhardness and an average increase in the evaluation of the surface roughness along a line, while a homogeneous surface condition was created when an area was scanned with AFM.

Keywords: Shot peening, AISI1060 steel, surface roughness, microhardness

1. GİRİŞ

Modern endüstrinin hızlı gelişimi, pek çok komponentin yüzey kalitesi ve yorulma ömrü konusunda daha fazla talepte bulunmaktadır. Çeşitli yüzey kimyasal işlemlerinin yanı sıra bilyalı dövme ve ezerek parlatma gibi yöntemler, giderek artan mühendislik uygulamalarında ürünlerin yüzey performansını ve yorulma ömrünü iyileştirebilir. Bunlar arasında bilyalı dövme, bir plastik deformasyon tabakası oluşturmak üzere yüzey tabakasını plastik olarak deforme etmek için yüzeyi tekrar tekrar vurarak, yüksek hızlı hareketli atışlar yoluyla malzeme yüzeyine bilya püskürtme işlemidir. Malzeme yüzey özelliklerinin iyileştirilmesinin beklendiği önemli miktarda basma artık gerilmesi bu işlemle yaratılmaktadır. Çelik malzemelerde bilyalı dövme, artan sertlik, daha ince taneler ve artan basma kalıntı gerilimi meydana getirilerek, yorulma, aşınma ve korozyon

gibi yüzeyden ilerleyen hasarları önler veya geciktirir (Foss et al., 2013; Meo & Vignjevic, 2003; Miková et al., 2013; Widmark & Melander, 1999; Wu, Liu, Wei, Zhu, et al., 2020; Zhan et al., 2013). Bilyalı dövme bir soğuk işlem prosesidir. Bilyalı dövmede yüksek hızlarla tekrarlı bir şekilde malzeme yüzeyine çarpan bilyalar, malzemenin hem yüzey hem de yüzey altı bölgesinde olumlu değişimler meydana getirir (Avcu, 2018). Bilyalı dövme işlemi için kullanılan bilya malzemeleri; çelik bilyalar, seramik bilyalar, cam küreler olabilmektedir (Ünal et al., 2011). Bilyalı dövme esnasında tekrarlanan her bir darbenin altındaki kalıntı gerilim alanı, benzer şekilde üretilmiş komşu alanlarla etkileşir ve nihayetinde, yüzeye paralel, derinlik boyunca değişen bir artık gerilim dağılımı üretir (Al-Hassani, 1982). Bilyalı dövme, yapısal parçaların, çentikli makine elemanlarının veya kaynaklı bağlantıların mekanik davranışını iyileştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Yararlı etkileri, esas olarak, bilyanın birden fazla darbesinden kaynaklanan malzemenin yüzey tabakasının plastik deformasyonunun neden olduğu dislokasyon artışı, tane yapısının küçülmesi ve latislerde mikro-gerinimlerin oluşmasından kaynaklanır (Guagliano, n.d.). Bilyalı dövme hakkında bugüne kadar yapılan çalışmalar bir dizi faydalı içgörü üretmiştir, ancak uygun işleme parametrelerinin belirlenmesi için güvenilir bir metodoloji hala zordur (Wu, Liu, Wei, Lin, et al., 2020). Bilyalı dövme işleminin malzeme özelliklerini belirleyen birçok parametresi vardır. Parametreler; bilyanın cinsi ve boyutu, püskürtme basıncı, püskürtme debisi, püskütme mesefasi ve püskürtme açısı olarak söylenebilir. Bilyalı dövme parametreleri uygun seçilmediğinde (büyük atış, yüksek hız, aşırı dövme vb.), üst üste binme, mikro çatlaklar ve yüzey pürüzlülüğünde aşırı artış, heterojen nihai yüzey durumu gibi yüzeysel kusurlara sebep olabilir ve bunlar bilyalı dövülmüş yüzeyin bütünlüğünü bozabilmekte veya değiştirebilmektedir. Bu sorun işlem görmüş malzemenin yüksek devir yorulma mukavemetinde önemli oranda bir azalışa sebep olmaktadır (Frija et al., 2006). Bilyaların etkileri yüzeyde birçok çukur oluşturur. Şekil 1, bilyalı dövme işleminin şematik gösterimini ve oluşan plastik deformasyonları sunar (Maleki et al., 2018).



Şekil 1. Bilyalı dövme işlemi sonrası oluşan deformasyon ve gerilmeler (Maleki et al., 2018)

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

AISI 1060 çeliği otomotiv, imalat ve inşaat gibi pek çok sektörde kullanım yeri bulan, kesici makaslar, bilezikler, toprak işleme takımları, aks, rot, şaft gibi çok zorlamalı komponentlerde tercih edilen, alaşımlı çeliklere göre daha düşük fiyata sahip olması sebebiyle cazip sade karbonlu bir çeliktir. Bu çalışmada ısıl işlem uygulanmış (yağda sertleştirilmiş) AISI1060 malzemesine ait 2 mm kalınlığında standart çekme test numuneleri kullanılmıştır. Malzemenin kimyasal kompozisyonu Tablo 1'de verilmiştir. Kullanılan numunenin görüntüsü ise Şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 1. 1060 çeliğinim kimyasal kompozisyonu

C	Si	Mn	Ni	P	S	Cr	Mo
0.57-0.65	Maks 0.4	0.6- 0.9	Maks 0.4	Maks 0.03	Maks 0.035	Maks 0.4	Maks 0.1



Şekil 2. Deneylerde kullanılan AISI1060 numunesi örneği

2.2. Bilyalı dövme

Bilyalı dövme işlemi 1060 numunelerinin her iki yüzeyine de uygulanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre 1 bilyalı dövme turu yaklaşık 2 dakika 20 saniye sürmüştür. Tüm numunelerin yüzeyleri önce ort. 0.8 mm çaplı S330 bilya ile üzerine ort. 0.6 mm çaplı S230 bilya ile çoklu olarak bilyalı dövülmüştür. Tablo 2'de kullanılan bilyalı dövme parametreleri verilmiştir.

Tablo 2. Kullanılan bilyalı dövme parametreleri

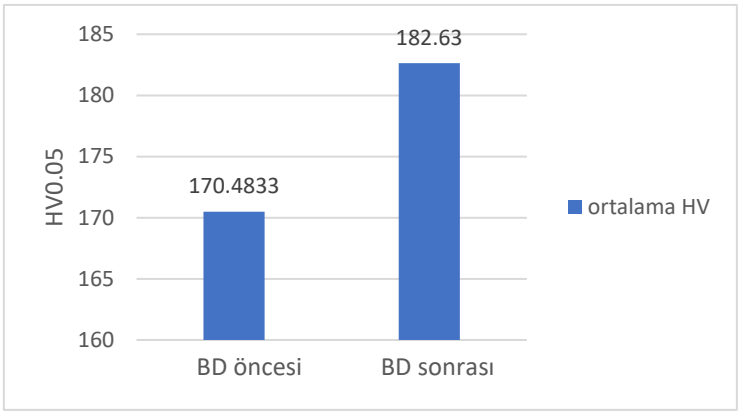
Hız Rpm	Total tur	Mesafe mm	Bilyalama Süresi	Bilyalama Açısı	Bilya boyutu
60	14	150	Sabit	Sabit	S330+S230

Kullanılan numuneler optik mikroskop incelemeleri için kesitten bakalite alınmış numune yüzeyleri 320-1200'lük zımpara aralığında zımparalanmış ve sonrasında ise sırasıyla 3µm ve 1µm'lik elmas süspansiyonlar ile parlatma işlemleri uygulanmıştır. Parlatılan yüzeyler %3 Nital çözeltisiyle dağlanmış ve Nikon Eclipse LV150N mikroskobu kullanılarak incelenmiştir. Numunelerin yüzey pürüzlülükleri 1mm' lik hat boyunca Mitutoyo Surf Test SJ – 301 profilometre cihazı ile şekilde minimum 3 kez ölçülmüştür. Ayrıca kesitten mikrosertlik araştırması Future-Tech FM700 mikrosertlik cihazında Vickers indenter kullanılarak 50gf yük altında gerçekleştirilmiştir. Mikrosertlik ölçümleri için numune yüzeyinden kesit boyunca her 50 µm' de bir ölçüm alınarak gerçekleştirilmiştir.

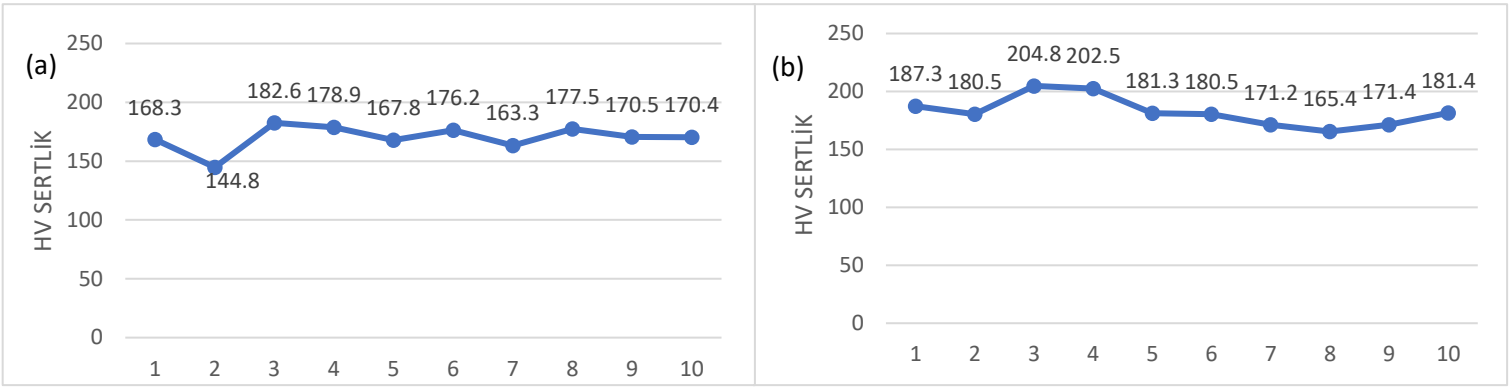
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

3.1. Mikrosertlik ölçümleri

Metal üzerinde doğru bir hat boyunca hesaplanan sertlik değerlerinin her bir numune için ortalaması alınıp Şekil 3'de grafik olarak verilmiştir. Şekil 4' de ise metal üzerinde doğrusal bir hat boyunca 0-600 µm aralığında alınan her mikro sertlik ölçümü verilmiştir. 1060 çeliğinin işlemsiz olarak ölçülen ortalama sertlik değeri bilyalı dövme sonrası deformasyon sertleşmesi etkisi ile artmıştır. Yapılan çalışma sonucunda mikrosertlik değerinde bilyalı dövme ile %7,12' lik bir artış meydana gelmiştir. Şekil 4' de görüldüğü üzere numunenin yüzeyinde bilyalı dövme ile %11,29' luk bir artış gerçekleşmiştir. Bu durum yüzeydeki bilyalı dövme işlemi yoluyla üst yüzeydeki tabakaya daha büyük plastik gerinimler ve gerinim hızları etki etmesi ile açıklanabilir (Yan et al., 2012).



Şekil 3. Ortalama mikrosertlik değerleri



Şekil. 4 (a) BD öncesi (b) BD sonrası numunelerin 0-600 µm boyunca kesitten mikro sertlik değişimleri

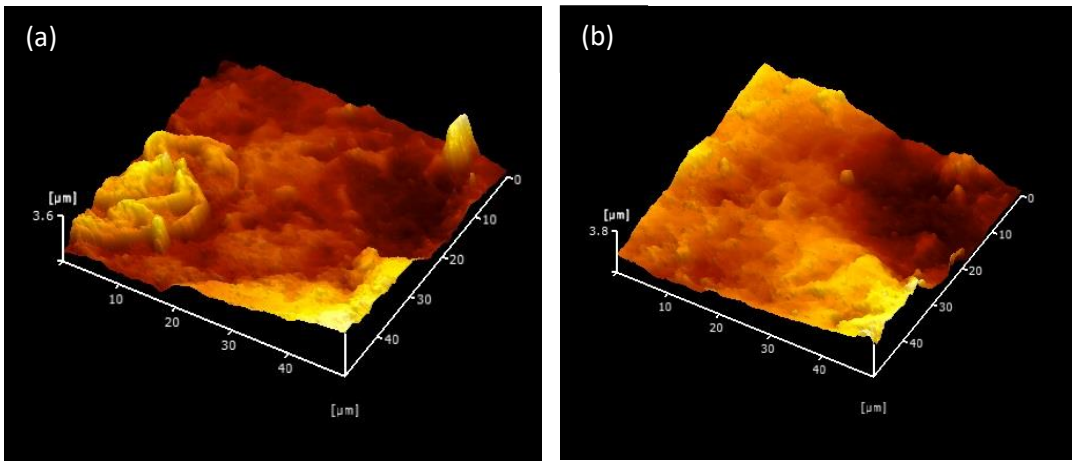
3.2. Yüzey durumu incelemeleri

Bilyalı dövme, yüzey pürüzlülüğü artışında kritik bir rol oynar (Mylonas & Labeas, 2011). Metal parçaların yorulma/aşınma/korozyon gibi hasarları dikkate alınırsa özellikle yük taşıyan mekanik parçalar için yüzey pürüzlülüğünün kontrol edilmesi faydalıdır (Bagherifard et al., 2012) . İşlemsiz ve bilyalı dövülmüş 1060 çeliğinin ortalama yüzey pürüzlülükleri Tablo 3'de verilmiştir. Hesaplanan ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinde %50,4 değerinde bir artış gözlemlenmiştir.

Tablo 3. BD öncesi ve sonrası numunelerin yüzey pürüzlülüğü değerleri

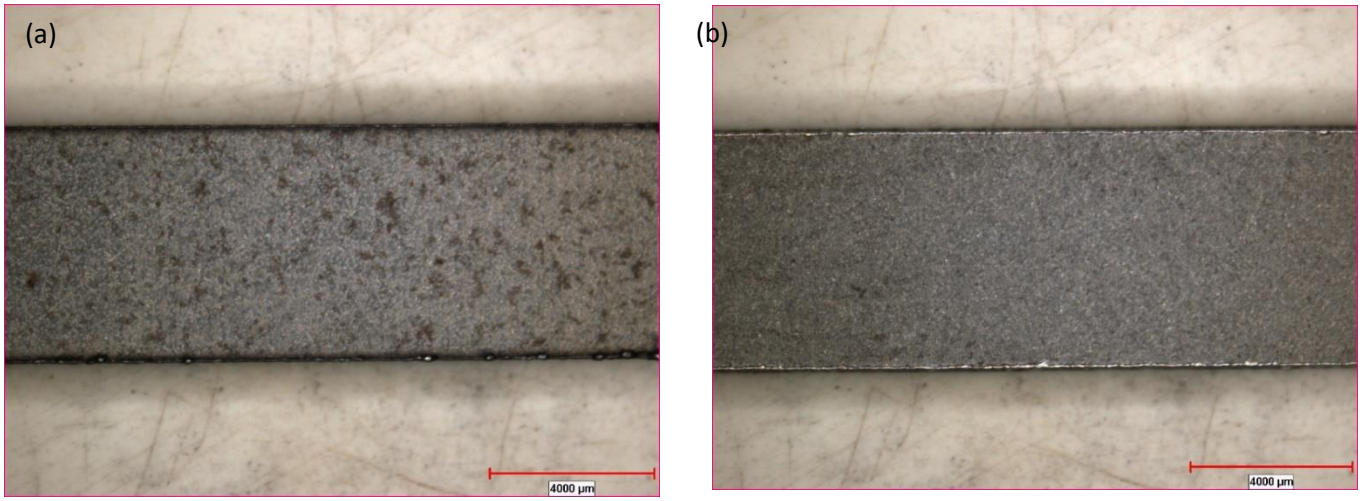
	BD öncesi (µm)	BD sonrası (µm)
R_a	1,01	1,53
R_z	8,08	11,505

Mekanik profilometre ile bir hat boyunca ölçülen pürüzlülük değerlerine göre bilyalı dövme sonrası değerler elde edilmiş ancak, işlemin homojenliğini tayin etmek adına bir alan üzerinde yüzey durumu değerlendirmesi yapılmıştır. Böylece mikro ölçekte pürüzlülükler hakkında veri sağlamak için alanlar üzerinde AFM ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. AFM ölçümleri, yüzeyin BD sonrası durumunu tayin etmek adına kullanılmıştır. Üç boyutlu AFM görüntüleri Şekil 5'de gösterilmektedir . AFM grafiği kullanılarak BD öncesi ve sonrası numunelerin yüzey morfolojisi incelenmiştir. BD öncesi numunenin AFM görüntüsüne bakıldığında grafiğin maksimum noktasının 3.6 µm olduğu ve bilyalı dövme işleminin ise 3.8 µm olduğu görülmektedir. AFM sonuçlarına göre; BD işlemi ile bir alan boyunca yüzey pürüzlülüğünde bir miktar artış ortadadır. Burada asıl dikkati çeken, çoklu uygulanan BD işlemi ile homojen bir yeni yüzey durumu oluşturulmuş olmasıdır.



Şekil 5. BD öncesi (a), BD sonrası (b) numunelerinin AFM görüntüsü

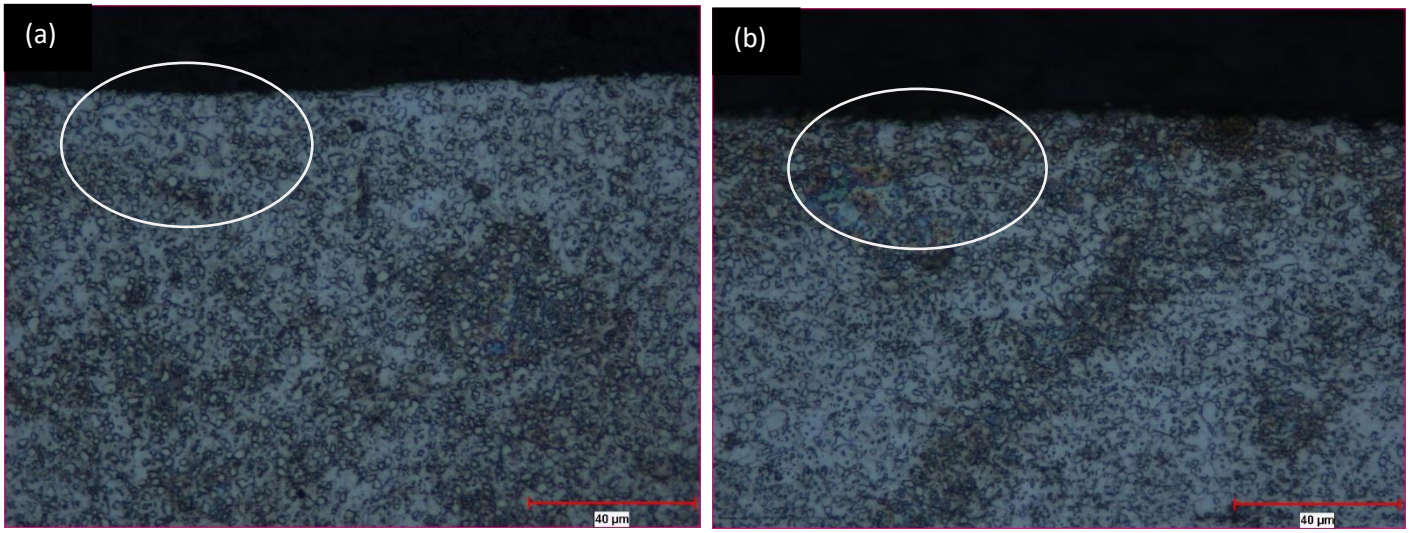
1060 numunelerinin makro görüntüleri incelenmiştir. Şekil 6'da BD öncesi ve sonrası numunelerin stereo mikroskop görüntüleri verilmiştir. Bilyalı dövme, numunenin tüm yüzeyini homojen şekilde kaplamıştır.



Şekil 6. (a) BD öncesi (b) BD sonrası numunenin makro görüntüleri

3.3. Mikroyapı incelemesi

Şekil 7'de gösterildiği gibi bilyalı dövme ile 1060 malzemesinin tane yapısında yüzey altı bölgelerde küçülmeler meydana gelmiştir. Ayrıca numunenin bilyalı dövme bölgesinde de plastik deformasyon etkisi ile çukurcuklar meydana gelmiştir böylece işlem bölgesi gözlenebilir. Yüksek bilyalı dövme şiddetinin etkisi daha fazla deformasyonu ve potansiyel tane küçülmesini meydana getirir (Bagherifard et al., 2016).



Şekil 7. (a) BD öncesi (b) BD sonrası numunelerin mikroyapıları

4. GENEL SONUÇLAR

Bu çalışma; AISI1060 malzemesine uygulanan çoklu bilyalı dövmenin yüzey üzerindeki etkilerini incelemiştir.

- Bilyalı dövme işlemi sonucunda malzemenin ortalama mikrosertlik değerinde %7,12 lik bir artış meydana gelmiştir. Ayrıca sadece malzemenin yüzey mikrosertik değeri incelendiğinde bilyalı dövme ile %11,29 bir artış gerçekleşmiştir.
- Bilyalı dövme işlemi sonucunda hesaplanan bir çizgisel hat boyunca taranan yüzeylerin ortalama yüzey pürüzlülüğü değerlerinde %50,4 değerinde bir artış elde edilmiştir.
- Bilyalı dövme işlemi sonrasında yüzeydeki alanlardan gerçekleştirilen AFM sonuçları dikkate alındığında işlemin malzeme yüzeyini homojenleştirdiği raporlanmıştır.
- Sonuçlar, bilyalı dövme işlemi sonrası yüzey bölgesinde tane incelmesinin teşvik edildiğini, sertlik ve deformasyon sertleşmesi açısından mekanik özelliğin iyileştiğini gösterir.

KAYNAKÇA

Al-Hassani, S. T. S. (1982). The Shot Peening of Metals — Mechanics and Structures. In *Transactions* (Vol. 91). https://about.jstor.org/terms

Avcu, E. (2018). Bilyalı Dövme Parametrelerinin AA7075 Alüminyum Alaşımının Yüzey Altı Özelliklerine Etkileri. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*. https://doi.org/10.29109/gujsc.389828

Bagherifard, S., Ghelichi, R., & Guagliano, M. (2012). Numerical and experimental analysis of surface roughness generated by shot peening. *Applied Surface Science*, *258*(18). https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2012.03.111

Bagherifard, S., Slawik, S., Fernández-Pariente, I., Pauly, C., Mücklich, F., & Guagliano, M. (2016). Nanoscale surface modification of AISI 316L stainless steel by severe shot peening. *Materials and Design*, *102*. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.03.162

Foss, B. J., Gray, S., Hardy, M. C., Stekovic, S., McPhail, D. S., & Shollock, B. A. (2013). Analysis of shot-peening and residual stress relaxation in the nickel-based superalloy RR1000. *Acta Materialia*, *61*(7). https://doi.org/10.1016/j.actamat.2013.01.031

Frija, M., Hassine, T., Fathallah, R., Bouraoui, C., & Dogui, A. (2006). Finite element modelling of shot peening process: Prediction of the compressive residual stresses, the plastic deformations and the surface

integrity. *Materials Science and Engineering A*, *426*(1–2), 173–180. https://doi.org/10.1016/j.msea.2006.03.097

Guagliano, M. (n.d.). *Relating Almen intensity to residual stresses induced by shot peening: a numerical approach*.

Maleki, E., Unal, O., & Amanov, A. (2018). Novel experimental methods for the determination of the boundaries between conventional, severe and over shot peening processes. *Surfaces and Interfaces*, *13*, 233–254. https://doi.org/10.1016/j.surfin.2018.09.003

Meo, M., & Vignjevic, R. (2003). Finite element analysis of residual stress induced by shot peening process. *Advances in Engineering Software*, *34*(9). https://doi.org/10.1016/S0965-9978(03)00063-2

Miková, K., Bagherifard, S., Bokuvka, O., Guagliano, M., & Trško, L. (2013). Fatigue behavior of X70 microalloyed steel after severe shot peening. *International Journal of Fatigue*, *55*. https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2013.04.021

Mylonas, G. I., & Labeas, G. (2011). Numerical modelling of shot peening process and corresponding products: Residual stress, surface roughness and cold work prediction. *Surface and Coatings Technology*, *205*(19). https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2011.03.080

Ünal, O., Fen, B. Ü., Enstitüsü, B., Mühendisliği, M., Dalında, A., Lisans, Y., Olarak, T., & Bartin, H. (2011). *BİLYALI DÖVME İŞLEMİNİN TANE BOYUTUNA ETKİSİNİN DENEYSEL İNCELENMESİ*.

Widmark, M., & Melander, A. (1999). Effect of material, heat treatment, grinding and shot peening on contact fatigue life of carburized steels. *International Journal of Fatigue*, *21*(4). https://doi.org/10.1016/S0142-1123(98)00077-2

Wu, J., Liu, H., Wei, P., Lin, Q., & Zhou, S. (2020). Effect of shot peening coverage on residual stress and surface roughness of 18CrNiMo7-6 steel. *International Journal of Mechanical Sciences*, *183*. https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2020.105785

Wu, J., Liu, H., Wei, P., Zhu, C., & Lin, Q. (2020). Effect of shot peening coverage on hardness, residual stress and surface morphology of carburized rollers. *Surface and Coatings Technology*, *384*. https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2019.125273

Yan, F. K., Liu, G. Z., Tao, N. R., & Lu, K. (2012). Strength and ductility of 316L austenitic stainless steel strengthened by nano-scale twin bundles. *Acta Materialia*, *60*(3). https://doi.org/10.1016/j.actamat.2011.11.009

Zhan, K., Jiang, C. H., & Ji, V. (2013). Uniformity of residual stress distribution on the surface of S30432 austenitic stainless steel by different shot peening processes. *Materials Letters*, *99*. https://doi.org/10.1016/j.matlet.2012.08.147

➢ *ORAL PRESENTATION*

Multi-band and multifunctional metasurface-based polarization converter design

Yunus Kaya[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2380-5915*)

[*1]Bayburt University, Department of Electricity and Energy, Bayburt 69000, Turkey

*Corresponding author e-mail: ykaya@bayburt.edu.tr

Abstract
In this paper, broadband a metasurface-based reflective type polarization converter is proposed for both linear and circular polarization conversions. Firstly, the proposed design shows linear polarization (LP) conversion feature with more than 90% polarization conversion ratio (PCR) in two frequency ranges (12.4-14.64 GHz and 16.2-25.4 GHz). Secondly, the proposed design shows the performance of right-handed circular polarization (RHCP) conversion with from linear polarization to circular polarization (LP-CP) conversion feature in one frequency range (11.52-11.68 GHz), and left-handed circular polarization (LHCP) conversion with the LP-CP conversion feature in one frequency range (27.12-27.6 GHz). Thirdly, the proposed design has a PCR value of more than 98% for the LP conversion in the frequency ranges 12.8-13.48 GHz and 18.12-24.7 GHz. The proposed polarization converter, consisting of metasurface on the front and metal ground layer on the back of the FR-4 substrate, can find its place in different microwave applications such as antenna, satellite, radar, navigation, and 5G communication, thanks to its ability to perform three functions (LP, RHCP, and LHCP) over a single layout.
Keywords: Metasurface, Multi-Band, Polarization

INTRODUCTION

Polarization converters have been widely applied at microwave, terahertz, and even optical frequencies because of their ability to change the polarization state of an electromagnetic wave (Zheng et al., 2018a). However, conventional structures to manipulate polarization require a much greater thickness compared to the working wavelength and thus limit practical applications (Zhao and Alu, 2011). To overcome this problem, metasurface-based reflective type polarization converters (Zhang et al., 2016; Zheng et al., 2018b) have been proposed recently. Metasurface, a planar metamaterial, has been used in excellent polarization conversion with strong anisotropy and wide bandwidth for multiple plasmon resonances (Feng et al., 2013). Since higher efficiency can be obtained due to the total reflection of the incoming waves, reflective polarization converters, which are generally preferred in the reflection operating mode, are produced on metal-supported dielectric layers. Either uniform (Jia et al., 2018; Xu et al., 2018) or multiple polarization conversion (Lin et al., 2019; Zheng et al., 2020) of electromagnetic waves has been reported with the help of a single metasurface.

In this study, with the proposed polarization design using metasurface-based structure, linear polarization (LP) conversion in two frequency ranges and circular polarization (CP) conversion (right-handed circular polarization (RHCP) conversion and left-handed circular polarization (LHCP) conversion together) in two frequency ranges were obtained in X- (8-12 GHz), Ku- (12-18 GHz), K- (18-27 GHz), and Ka-bands (27-40 GHz). The remainder of this work is designed as follows. Firstly, in the section of design, the unit cell structure of the proposed metasurface-based design for the polarization of electromagnetic waves is given, secondly, in the section of simulation results and analysis, the simulation results of the proposed polarization converter are given and the results are analyzed, and finally in the section of conclusion, the important points of the proposed design are restated.

DESIGN

The schematic and dimensioning of the unit cell of the proposed polarization converter is shown in Figures 1(a)-1(b). The unit cell design consists of three parts, the metasurface metal structure at the top, the dielectric substrate in the middle, and the metallic ground plate at the bottom. As the dielectric substrate, the easily available FR-4 material with a square shape and a side of 9 mm (a), a thickness of 1.7 mm (d), a loss tangent of 0.025, and a relative dielectric constant of 4.3 was used. The bottom and top metal material is copper with a thickness of 35 μm (t) and a conductivity of 5.8×10^7 S/m. The top metasurface structure consists of two metasurfaces on a diagonal. This metasurface structure was created by subtracting a square with a side of 3

mm (b) from a 4.25 mm diameter (R) circle and removing a 0.3 mm wide (g) strip across the diagonal. Also, the distance (c) between the two metasurface structures is 2.11 mm.

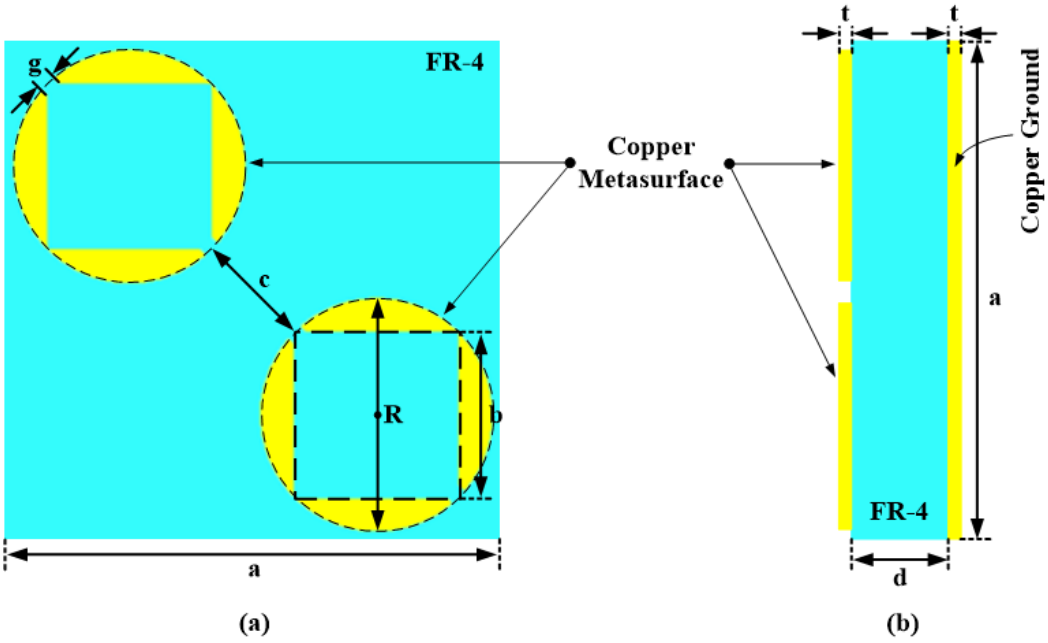


Figure 1. Unit cell schematic and dimensioning of the proposed polarization converter design: (a) Front view and (b) side view

SIMULATION RESULTS AND ANALYSIS

The proposed metasurface-based polarization converter design, whose geometry is shown in Figure 1, was designed and simulated with the CST Microwave Studio 3D full-wave electromagnetic simulation program. The dB (R_{yy} and R_{xy} respectively) and magnitude ($|R_{yy}|$ and $|R_{xy}|$ respectively) values of the co- and cross-reflection coefficients obtained as a result of the simulation for the incoming y-polarized wave under normal incidence are given in Figure 2(a) and Figure 2(b), respectively, in the 7-28 GHz frequency range.

From Figure 2(a), it can be seen that resonance occurs at three frequency points as 13.12 GHz, 19.44 GHz, and 23.92 GHz. This means that at these resonant frequencies, the incoming y-polarized wave turns into a fully x-polarized wave when reflected from the metasurface. It can be seen from Figure 2(b) that the value of $|R_{xy}|$ is around 0.9 around the frequency range of 12-25 GHz and the value of $|R_{yy}|$ is below 0.2 around the almost same frequency range.

A good measure of the LP conversion capability of a polarization converter is the polarization conversion ratio (PCR). This is calculated mathematically as follows (Hao et al., 2007).

$$PCR = \frac{\left|R_{xy}\right|^2}{\left|R_{xy}\right|^2 + \left|R_{yy}\right|^2} \quad (1)$$

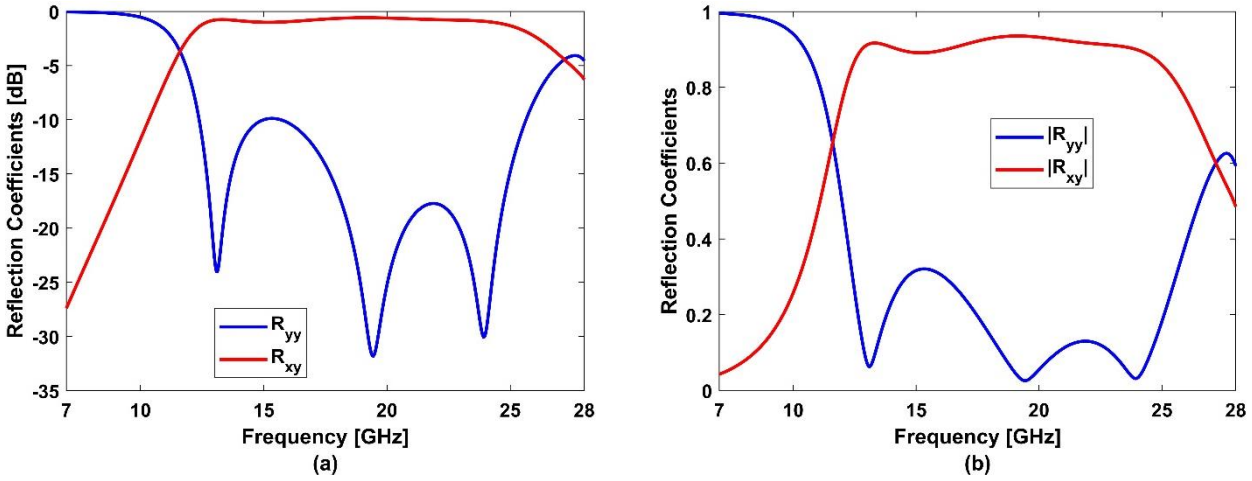


Figure 2. Reflection coefficients: (a) In dB and (b) in magnitude

Accordingly, the variation of the calculated PCR value of the proposed design for the incoming y-polarized wave in the 7-28 GHz frequency range is given in Figure 3. From Figure 3, the following dependencies are noted. First, the PCR value reached 100% at three resonance frequencies. Secondly, the PCR value is more than 90% in the frequency ranges 12.4-14.64 GHz in the Ku-band and 16.2-25.4 GHz in the Ku- and K-bands. Thirdly, the PCR value is more than 98% in the frequency ranges of 12.8-13.48 GHz in the Ku-band and 18.12-24.7 GHz in the K-band. Accordingly, the proposed converter works efficiently as a LP converter in the specified frequency ranges.

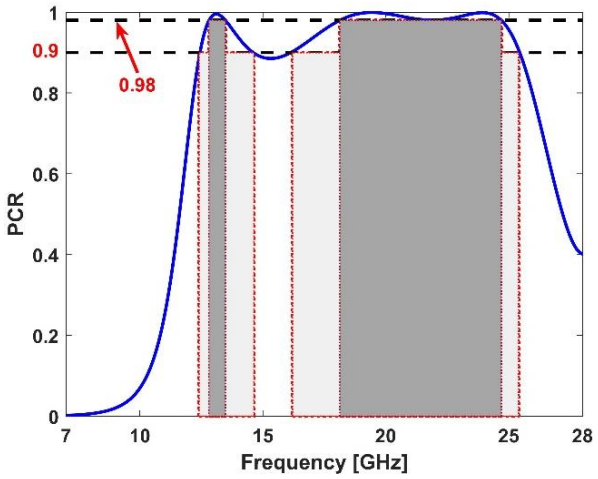


Figure 3. PCR variation of the proposed design

The parameter that gives information about the CP conversion of the electromagnetic wave is the ellipticity (e) value and this value is obtained from Stoke's parameters. Stoke's parameters are given below (Pfeiffer and Grbic, 2014).

$$S_0 = |R_{yy}|^2 + |R_{xy}|^2, \qquad S_1 = |R_{yy}|^2 - |R_{xy}|^2$$
$$S_2 = 2|R_{yy}||R_{xy}|\cos\Delta\varphi, \quad S_3 = 2|R_{yy}||R_{xy}|\sin\Delta\varphi \tag{2}$$

Here, $\Delta\varphi = \varphi_{yy} - \varphi_{xy}$ is the phase difference (φ_{yy} and φ_{xy} indicate the phases of R_{yy} and R_{xy}, respectively). Accordingly, the value of e is as given below.

$$e = S_3/S_0 = \frac{2|R_{yy}||R_{xy}|\sin\Delta\varphi}{|R_{yy}|^2 + |R_{xy}|^2} \tag{3}$$

If the value obtained from Equation (3) is e = +1, it is understood that CP takes place as RHCP conversion, and if e = -1, CP occurs as LHCP conversion. Accordingly, the variation of the calculated e value for the proposed design in the 7-28 GHz frequency range is given in Figure 4. From Figure 4, the following

dependencies are noted. Firstly, e = +1 in the frequency range 11.52-11.68 GHz in the X-band, and the proposed design shows the performance of the RHCP conversion with from linear polarization to circular polarization (LP-CP) conversion feature. Secondly, e = -1 in the Ka-band frequency range of 27.12-27.6 GHz, and the proposed design shows LHCP conversion performance with the LP-CP conversion feature.

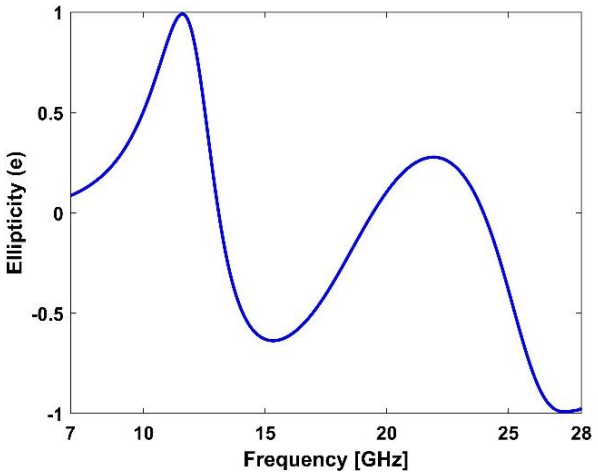


Figure 4. e value variation of the proposed design

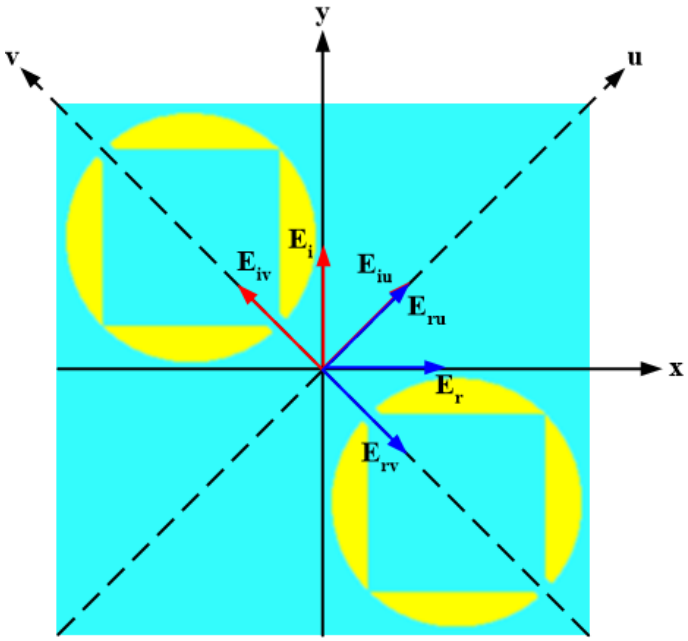


Figure 5. Splitting the incoming y-polarized wave into u − v components

To discuss the polarization conversion mechanism in more detail, the y-polarized incident wave is split into u − v axes as seen in Figure 5. Accordingly, the electric field components of the incident and reflected wave (E_i and E_r respectively) are obtained as follows.

$$E_i = \hat{u}E_{iu} + \hat{v}E_{iv} \tag{4}$$

$$E_r = \hat{u}R_{uu}E_{ru} + \hat{v}R_{vv}E_{rv} \tag{5}$$

Here, $\hat{u}$ and $\hat{v}$ are the unit vectors in the u- and v-directions, respectively, E_{iu} and E_{iv} are the electric field components in the u- and v-axes of the incident wave, respectively, E_{ru} and E_{rv} are the electric field components in the u- and v-axes of the reflected wave, respectively, R_{uu} (= E_{ru}/E_{iu}) and R_{vv} (=E_{rv}/E_{iv}) also represent the reflection coefficients in the u- and v-axes, respectively.

As seen in Figure 5, for the x-polarized reflection of the y-polarized incoming wave, the +u direction component of the incoming wave must be reflected with the same amplitude in the +u direction and the +v directed component of the incoming wave must be reflected with the same amplitude in the −v direction. So

for the LP conversion, $|R_{uu}| = |R_{vv}|$ and the phase difference should be $\Delta\varphi = \varphi_{uu} - \varphi_{vv} = \pm\pi$ (here, φ_{uu} and φ_{vv} are the phases of the co-reflection coefficients in the u- and v-axes, respectively). In addition, the $|R_{uu}| = |R_{vv}|e^{\pm\pi/2}$ condition for CP conversion must be met mathematically [12]. So for CP, $|R_{uu}| = |R_{vv}|$ and $\Delta\varphi = \varphi_{uu} - \varphi_{vv} = \pm\pi/2$. If $\Delta\varphi = +\pi/2$ here, the conversion is RHCP, and if $\Delta\varphi = -\pi/2$, the conversion is LHCP.

Figure 6(a) and Figure 6(b) show the magnitude and phases of the reflection coefficients splitted into the u − v axes of the incident wave, respectively.

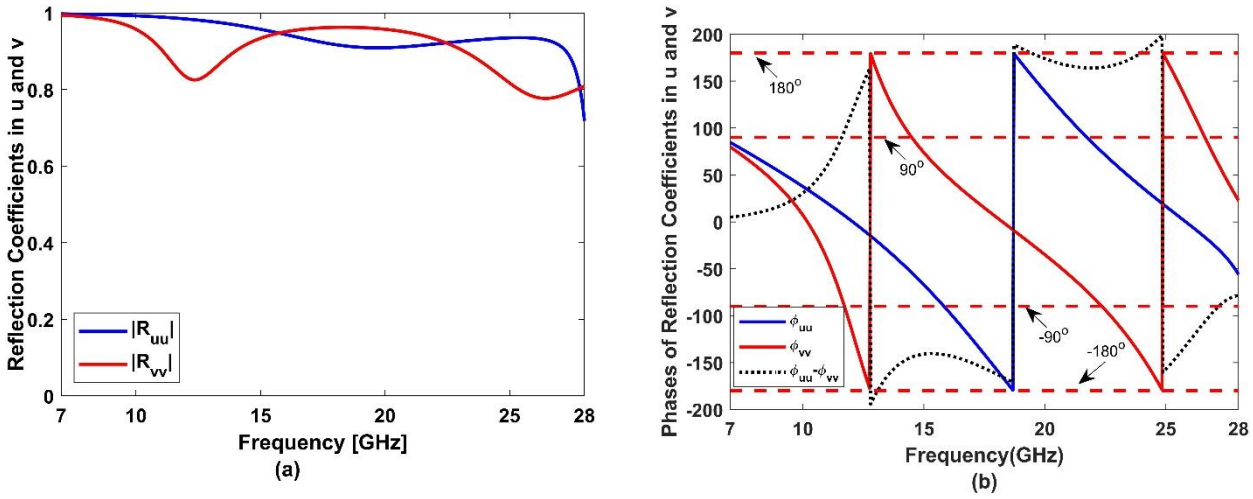


Figure 6. (a) Magnitude and (b) phases of the reflection coefficients in the u- and v-directions

As seen in Figure 6(a), the amplitude of the reflection coefficients in the u − v directions is approximately 1 in the frequency ranges where LP and CP conversions occur. As seen in Figure 6(b), the phase difference converges to approximately ±180° in the frequency ranges (12.4-14.64 GHz and 16.2-25.4 GHz) where LP conversion takes place, to +90° in the frequency range (11.52-11.68 GHz) where RHCP takes place, and to -90° in the frequency range (27.12-27.6 GHz) where LHCP takes place.

CONCLUSION

In summary, in this study, a polarization converter that performs LP conversion in the frequency ranges 12.4-14.64 GHz and 16.2-25.4 GHz, RHCP conversion in the frequency range 11.52-11.68 GHz with the LP-CP conversion feature, and LHCP conversion in the frequency range 27.12-27.6 GHz with the LP-CP conversion feature at X-, Ku-, K-, and Ka-bands in the microwave frequency regime has been realized and verified with a commercial electromagnetic simulation program. While the PCR value of the proposed converter is more than 90% in the specified frequency ranges (12.4-14.64 GHz and 16.2-25.4 GHz), the PCR value is more than 98% in the frequency ranges of 12.8-13.48 GHz and 18.12-24.7 GHz. In addition, the proposed polarization converter design is metasurface-based and designed by choosing easily accessible FR-4 dielectric material.

REFERENCES

Feng MD, Wang JF, Ma H, Mo WD, Ye HJ, Qu SB 2013. Broadband polarization rotator based on multi-order plasmon resonances and high impedance surfaces. Journal of Applied Physics, 114(7): 074508.

Hao JM, Yuan Y, Ran LX, Jiang T, Kong JA, Chan CT, Zhou L 2007. Manipulating electromagnetic wave polarizations by anisotropic metamaterials. Physical Review Letters, 99(6): 063908.

Jia YT, Liu Y, Zhang WB, Wang J, Wang YZ, Gong SX, Liao GS 2018. Ultra-wideband metasurface with linear-to-circular polarization conversion of an electromagnetic wave. Optical Materials Express, 8(3): 597-604.

Lin BQ, Guo JX, Lv LT, Wu J, Ma YH, Liu BY, Wang Z 2019. Ultra-wideband and high-efficiency reflective polarization converter for both linear and circular polarized waves. Applied Physics A-Materials Science & Processing, 125(2): 76.

Liu XM, Zhou YX, Wang C, Gan L, Yang XF, Sun LJ 2022. Dual-band dual-rotational-direction angular stable linear-to-circular polarization converter. IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 70(7): 6054-6059.

Pfeiffer C, Grbic A 2014. Bianisotropic metasurfaces for optimal polarization control: Analysis and synthesis. Physical Review Applied, 2(4): 044011.

Zhang Z, Cao XY, Gao J, Li SJ 2016. Broadband metamaterial reflectors for polarization manipulation based on cross/ring resonators. Radioengineering, 25(3): 436-441.

Zhao Y, Alu A 2011. Manipulating light polarization with ultrathin plasmonic metasurfaces. Physical Review B, 84(20): 205428.

Zheng Q, Guo CJ, Ding J 2018a. Wideband metasurface-based reflective polarization converter for linear-to-linear and linear-to-circular polarization conversion. IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 17(8): 1459-1463.

Zheng Q, Guo CJ, Li HX, Ding J 2018b. Wideband and high efficiency reflective polarization rotator based on metasurface. Journal of Electromagnetıc Waves and Applications, 32(3): 265-273.

Zheng Q, Guo CJ, Vandenbosch GAE, Yuan PL, Ding J 2020. Dual-broadband highly efficient reflective multi-polarisation converter based on multi-order plasmon resonant metasurface. IET Microwaves Antennas & Propagation, 14(9): 967-972.

Xu J, Li RQ, Qin J, Wang SY, Han TC 2018. Ultra-broadband wide-angle linear polarization converter based on H-shaped metasurface. Optics Express, 26(16): 20913-20919.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Beyin hipokampüs bölgesinin 3 boyutlu MR görüntülerinden semantik bölütlenmesi

Özkan BİNGÖL[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6251-6537*), Mehmet Halis KORKMAZ[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3475-9993*)

[*1]Gümüşhane Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Yazılım Müh., Gümüşhane, Türkiye
[2]Gümüşhane Üniversitesi, Lisansüstü Enstitüsü, Matematik Doktora, Gümüşhane, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: korkmaz@gumushane.edu.tr

Özet
Beynin bir kısmı olan hipokampüs bölgesinde meydana gelebilecek bir şekil değişikliği tıbbi açıdan çok önemlidir. Özellikle Alzheimer ve epilepsi gibi hastalıkların erken teşhisi için hipokampüs bölgesindeki şekil değişikliği hassas derecede takip edilmelidir. Bu sebeple hipokampüs bölgesinin yerinin ve şeklinin tespiti önem arz etmektedir. Bu işlem, uzmanlar için çoğu zaman zorlu ve zaman alıcıdır. Bu çalışmada amaç bu görevi derin öğrenme yöntemleriyle başaracak yeni bir mimari ortaya koymaktır. Önerilen mimaride, literatürde U-Net olarak bilinen tekniğin bu çalışmada ele alınan verilere uygun olarak özelleştirilmesi sağlanmıştır. Geliştirilen derin öğrenme ağı ile elde edilen sonuçlar üzerinde son işlemler de yapılarak %90.59'luk dice benzerlik değerine ulaşılmıştır.
Anahtar Kelimeler: 3B Bölütleme, 2B U-Net, hipokampüs

Semantic segmentation of the brain hippocampus region from 3D MR images

Abstract
A shape change that may occur in the hippocampus region, which is a part of the brain, is very important from a medical point of view. Especially for the early diagnosis of diseases such as Alzheimer's and epilepsy, the shape change in the hippocampus region should be followed sensitively. For this reason, it is important to determine the location and shape of the hippocampus region. This process is often challenging and time consuming for experts. The aim of this study is to present a new architecture that will achieve this task with deep learning methods. In the proposed architecture, the technique known as U-Net in the literature has been customized in accordance with the data discussed in this study. A dice similarity value of 90.59% was reached by performing post-processing on the results obtained with the developed deep learning network.
Keywords: 3D Segmentation, 2D U-Net, hippocampus

GİRİŞ

Anısal hafıza için kritik bir öneme sahip olan hipokampal oluşum yaşlanma, şizofreni, Alzheimer hastalığı, epilepsi ve benzeri durumlardan etkilenir (Van Leemput ve ark., 2009). Bu sebeplerle hipokampüs bölgesindeki şekil ve hacim değişikliğinin takibi çeşitli hastalıkların tespiti ve değerlendirilmesi için oldukça önemlidir. Bu değişiklikler genellikle anatomik manyetik rezonans **(**MR) görüntüleri üzerindeki hacimsel çalışmalarla tahmin edilir ve manuel olarak yapıldığında çok zaman alabilen bir bölütleme süreci gerektirir (Coupé ve ark., 2012). Bu süreç, her bir MR görüntüsü için ayrı ayrı değerlendirme gerektirir, özneldir ve zaman alıcıdır (Coupé ve ark., 2012). Ayrıca medikal görüntülerde, hastalar arasındaki anatomi farklılığı ve odaklanılan dokunun çevreleyen dokularla arasındaki düşük kontrast bölütleme açısından zorluk sebebi olmaktadır (Roth ve ark., 2018). Bu kısıtlamaları aşmak için otomatik bölütleme yöntemleri geliştirilmektedir. Otomatik bölütleme işlemi için daha önceleri görüntü işleme ve klasik algoritmalar kullanılmaktaydı. Günümüzde bu iş için makine öğrenmesi yöntemleri geliştirilmektedir. Makine öğrenmesi ile geliştirilen yöntem ve algoritmalar medikal görüntüler üzerinde yapılan çalışmalara hız katmıştır ve bu alandan beklentileri de gün geçtikçe artırmaktadır.

Makine öğrenmesi kapsamında geliştirilen Evrişimsel Sinir Ağları (ESA), örüntü tanıma ve görüntü sınıflandırmada ortaya koyduğu başarı sebebiyle, medikal görüntü bölütlemesi için yaygın bir şekilde uygulanır hale gelmiştir (Hesamian ve ark., 2019). Tam bağlı ESA'lar semantik bölütleme üzerine yapılan çalışmalar için önemli bir avantaj sağlamıştır (Long ve ark., 2015). Daha sonraki çalışmalarda ESA'larda 2 boyutlu (2B) görüntülere 2B filtreler uygulanmaya başlanmıştır (Zhang ve ark., 2015). Medikal görüntülerin

3 boyutlu (3B) olması sebebiyle ESA'lar 3B olarak kullanılmak üzere değiştirilmiş ve geliştirilmiştir. 3B ESA ile yapılan ilk çalışmalardan birinde keyfi boyuttaki beyin tümörünün bölütlere ayrılabildiği başarıyla gösterilmiştir (Vaidhya ve ark., 2015). Daha sonra bölütlemeye özgü geliştirilmiş olan ve bölütlemede başarılı sonuçlar sunan 2B U-Net geliştirilmiştir (Ronneberger ve ark., 2015). Ayrıca 3 Boyutlu görüntülerde bölütleme için 2B U-Net ağının uyarlanmasıyla 3B U-Net mimarisi geliştirilmiştir (Çiçek ve ark., 2016).

3B Bölütleme işlemi için 2B U-net kullanmak, z ekseni boyunca oluşan veri değişimini gözardı etmek anlamına gelmekte olup sezgisel bakış açısıyla yorumlanırsa bu kötümser bir yaklaşımdır (Isensee ve ark., 2019). Fakat bu durumun aksine 3B bölütleme yöntemlerinin daha başarısız olduğuna dair bulgular vardır (Engelhardt ve Maier-Hein, 2018).

Bu çalışmada hipokampüs bölgesine ait 3B MR görüntüleri üzerinde derin öğrenme yöntemleri ile 3B semantik bölütleme hedeflenmektedir. Bunun için 2B U-net özelleştirilerek kullanılmıştır. Fakat bölütleme işlemi 3B olarak gerçekleştirilmiştir. Başarı ölçümü beş-katlamalı çapraz-doğrulama denemelerinden elde edilen ortalama dice benzerlik katsayısı ile hesaplanmıştır. Ön işleme, derin öğrenme ve son işleme aşamaları sonrasında aynı veri seti için literatürde açıklanan sonuçlardan daha iyi bir başarı elde edilmiştir.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada medikal görüntüler üzerinde genellenebilir 3B semantik bölütleme amacı taşıyan "Tıbbi Segmentasyon Decathlon Yarışması" adlı yarışmada sunulan veri setlerinden "Hippocampus" veri seti kullanılmıştır. Vanderbilt Üniversitesi Tıp Merkezi uzmanlarınca hazırlanan veri seti 390 adet 3B MR görüntüsünden oluşmaktadır. MR Görüntülerinin 260 adedi eğitim ve 130 adedi test için ayrılmıştır (Antonelli ve ark., 2021). İşaretli görüntüler incelendiğinde her bir 3B MR görüntüsünün yaklaşık olarak %6.35'lik kısmı hipokampüs bölgesine aittir.

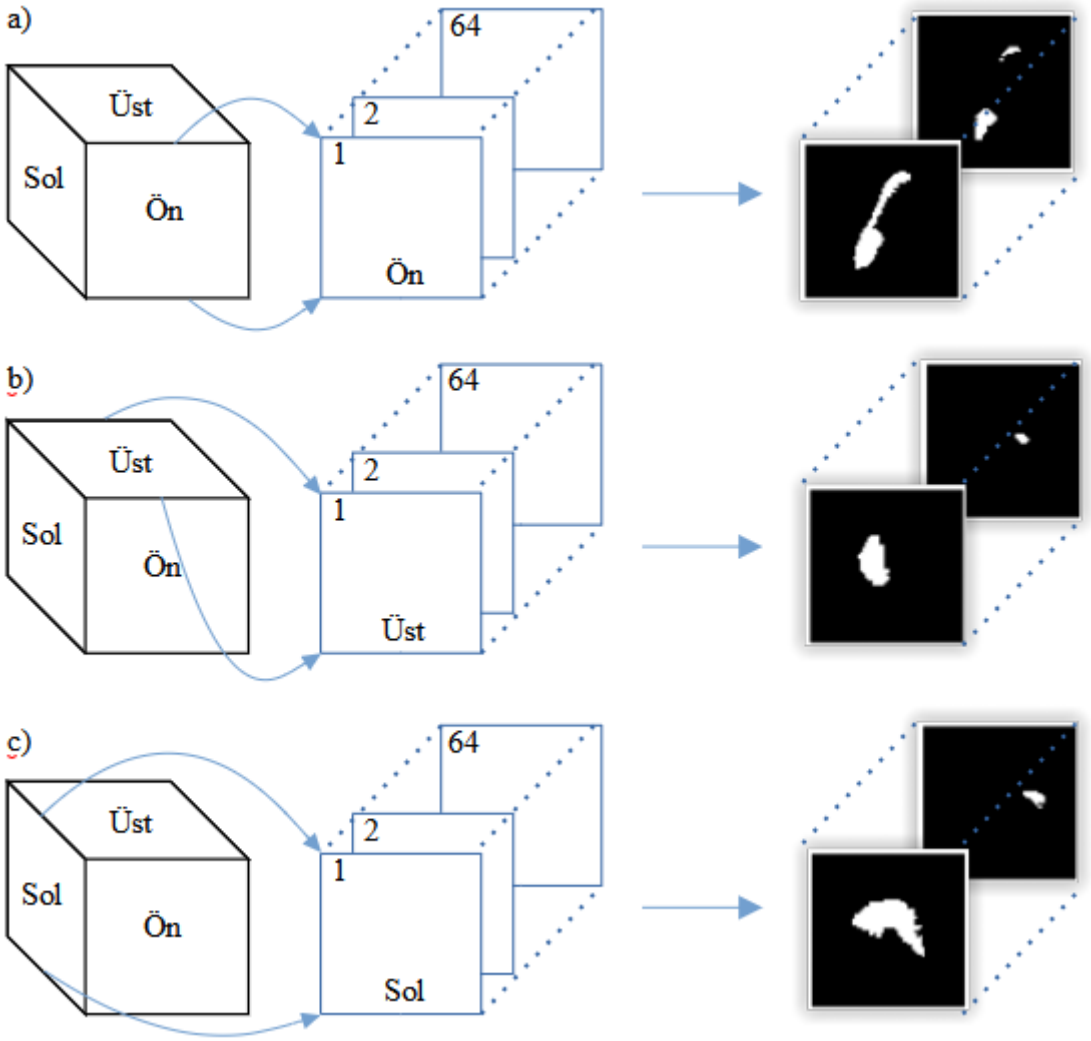
Önişleme

MR Görüntülerinde hipokampüsün, oldukça küçük boyutlu bir parça olması, gri madde yapısında olması, çevre dokularla geçişlerinde düşük kontrasta sahip olması, düzensiz şekilli olması, anatomik olarak bireysel farklılıklara sahip olması ve kenarlarında belirgin bir sınırı olmaması, bölütleme işlemini zorlaştırmaktadır (Shi ve ark., 2020). Dolayısıyla bölütlemeye çalışılan kısmın orijinal boyutlarıyla işlenmesi daha doğru gözükmektedir. Çünkü boyut ölçekleme sebebiyle oluşan interpolasyon verileri, bahsedilen zorlukları artırmaktadır.

Veri setinde her bir MR görüntüsünün boyutları birbirinden farklıdır. Ölçeklemede, yukarıda bahsedilen sebepler dolayısıyla, başarılı bir sonuç alınamadığından boyut eşitleme için sıfır-dolgulama tercih edilmiştir. MR Görüntülerinin boyutlarını karşılayacak şekilde en uygun ölçeğin 64*64*64 olduğu tespit edilerek buna göre sıfır-dolgulama yapılmıştır. Ayrıca, MR görüntülerindeki voksel değerleri arasında ciddi farklılıklar tespit edilmiştir. Bu sorunu çözmek için normalizasyon yapılmıştır. Bunun için (1) denkleminde verilen formülle tüm voksel değerleri 0 ile 1 aralığına orantılanmıştır.

$$X' = \frac{X - Xmin}{Xmax - Xmin} \quad (1)$$

Öğrenme süreci 2B olarak planlanmıştır. Dolayısıyla görüntülerin derin ağa 2B olarak verilmesi gerekir. Bu sebeple 3B olan her bir MR görüntüsü Şekil 1'de görüldüğü gibi önce önden dilimlenerek eğitim için hazırlanmıştır. İkinci durumda üstten, üçüncü durumda da soldan dilimleme yapılmıştır. Böylece üç ayrı yönden dilimleme ile elde edilen 2B görüntüler eğitim setini oluşturmaktadır.

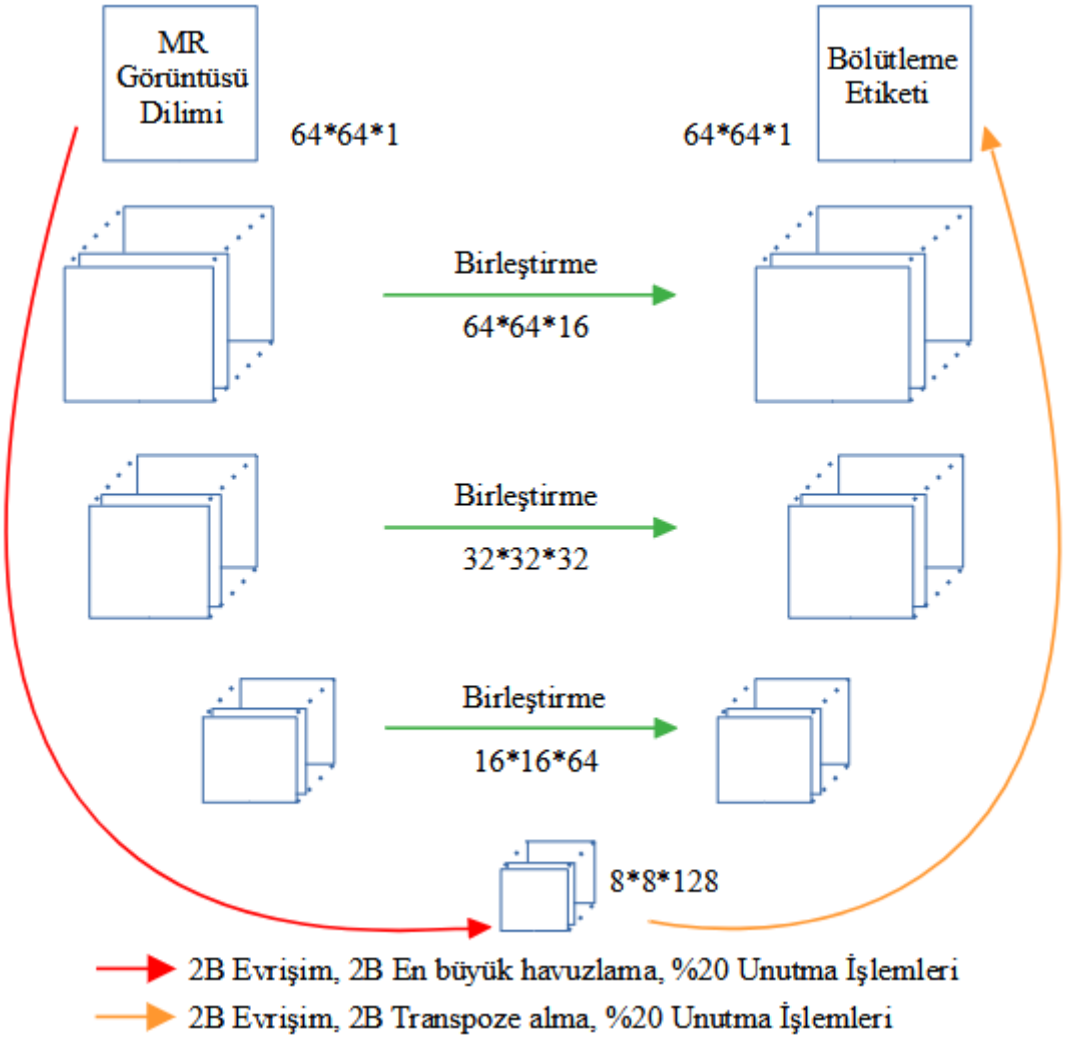


Şekil 1. 3B MR Görüntülerinin; a) önden dilimlenmesi, b) üstten dilimlenmesi, c) soldan dilimlenmesi

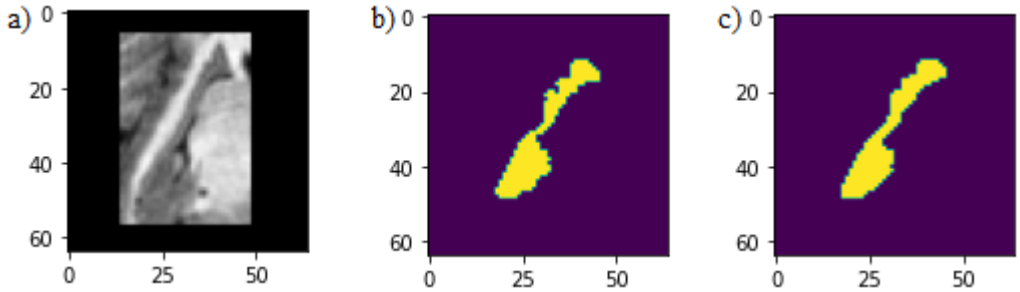
Derin Öğrenme Ağı

Derin öğrenme süreci için 2B U-Net ağının Şekil 2'de gösterildiği haliyle özelleştirilmiş bir varyasyonu uygulanmıştır. Özellik çıkarımı için 2B evrişim katmanlarından yararlanılmıştır. Aşırı öğrenmeyi engellemek üzere unutma katmanı kullanılmıştır. U-net tekniğinin akışına uygun olarak daha detaylı özellik çıkarımı için havuzlama ve bunun karşılığında boyut kaybını engellemek için evrişimli transpoze katmanları uygulanmıştır. Detaylı ve kaba tüm özellikleri bir arada değerlendirmek üzere birleştirme katmanlarından faydalanılmıştır.

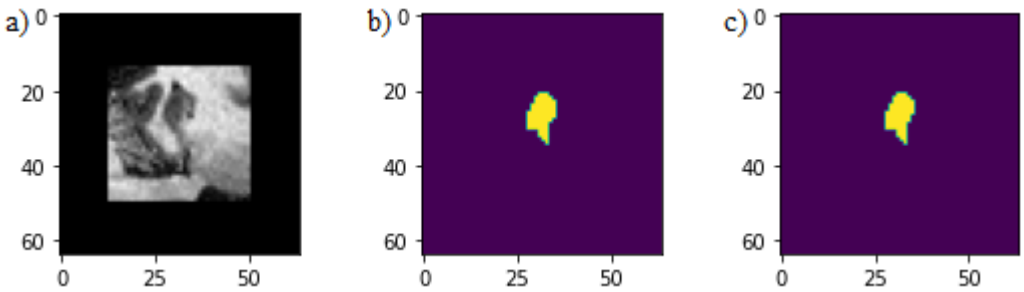
Öğrenme ağında doğrulama ölçeği olarak öncelikle dice benzerlik katsayısı kullanılmıştır. Fakat hipokampüs bölgesinin 64*64*64 boyutlu bir görüntü içinde ortalama 3300 voksel ile temsil edilmesi yani %1,26'lık çok küçük bir hacmi kapsaması sınıf dengesizliğine sebep olmakta ve başarısız bir sonuç elde edilmektedir. Bu sebeple derin ağda öğrenme sürecinde performans ölçümü için Kategorik Çapraz Entropi kullanılmıştır. Fakat orijinal etiket ve tahmin edilen etiketlerin karşılaştırılması için dice benzerlik katsayısından yararlanılmıştır. Derin ağ çıktısı için arka plan ve bölütlenen kısım olarak, iki sınıflı olacak şekilde planlanma yapılmış olup sınıf olasılığı için "softmax" aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Eğitilen ağın öğrendiği ağırlıklarla yapılan bölütleme sonuçlarının görsel örnekleri olarak Şekil 3'te önden dilimlenmiş görüntüler için, Şekil 4'te üstten dilimlenmiş görüntüler için ve Şekil 5'te soldan dilimlenmiş görüntüler için yapılan tahminler sunulmuştur.



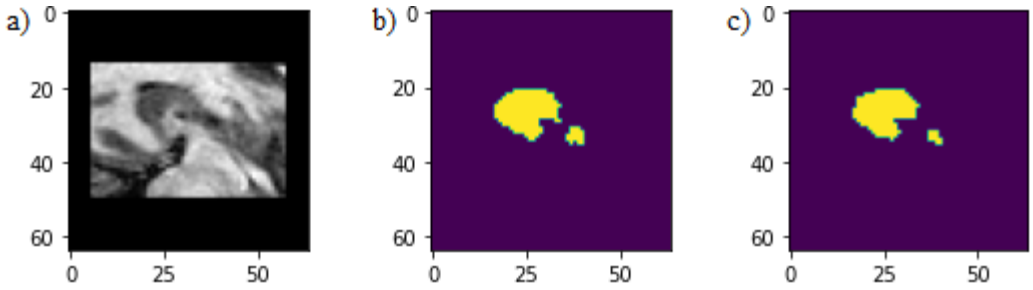
Şekil 2. 2B U-net'ten tasarlanan öğrenme ağı



Şekil 3. A) Önden dilimli MR görüntüsü, b) işaretlenmiş görüntü, c) tasarlanan ağ tahmini



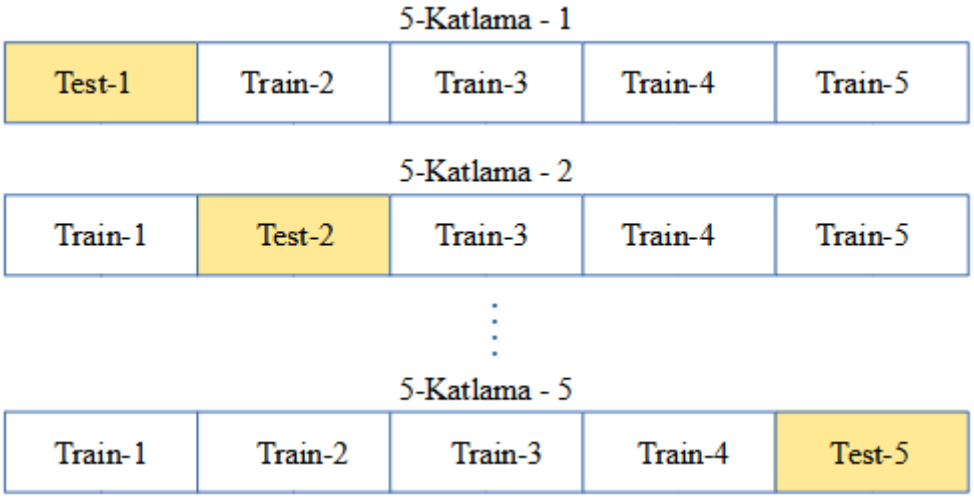
Şekil 4. A) Üstten dilimli MR görüntüsü, b) işaretlenmiş görüntü, c) tasarlanan ağ tahmini



Şekil 5. A) Soldan dilimli MR görüntüsü, b) işaretlenmiş görüntü, c) tasarlanan ağ tahmini

K-Katlamalı Çapraz Doğrulama

Tasarlanan derin öğrenme ağının test edilmesi amacıyla veri seti rastgele dağılımlı 5 kısma ayrılarak öğrenme ağına verilmiştir. Her seferinde 4 kısımla eğitilen sistem eğitime katılmayan diğer kısımla test edilmiştir. Şekil 6'da gösterildiği gibi uygulanan 5-katlamalı çapraz doğrulamada sonuçların tutarlı olduğu, ağın farklı verilerle uygulanması durumunda da birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu sonuçlar "Bulgular ve Tartışma" kısmında sunulmuştur.



Şekil 6. Veri setinin 5-Katlamalı çapraz doğrulama uygulanışı için kısımlara ayrılması

Son İşleme

Bu kısımda Önden Dilimleme ile Eğitim (ÖDE), Üstten Dilimleme ile Eğitim (ÜDE) ve Soldan Dilimleme ile Eğitim (SDE) sonuçlarının nasıl birleştirileceği değerlendirilmiştir. Farklı boyutlardan dilimleme ile yapılan eğitimlerin sonuçları ve birleştirilmesi örnek olarak K-katlama-1 testi için Tablo 1'de gösterilmiştir. Burada verilen tensor işlemleri element-wise olarak uygulanmıştır. Görüldüğü gibi en başarılı sonuç 3 eğitimin en az 2'sinde bölütleme ile sonuçlanmış olanıdır ve tabloda kalın harflerle gösterilmiştir.

Tablo 1. 5-Katlama - 1 İçin Test Sonuçlarının Son İşleme ile Değerlendirilmesi

Eğitim Test Sonuçları	Dice Benzerlik Katsayısı
ÖDE	% 88.80
ÜDE	% 89.19
SDE	% 88.39
ÖDE * ÜDE * SDE	% 88.98
(ÖDE + ÜDE + SDE) > 0	% 86.94
(ÖDE + ÜDE + SDE) > 1	**% 90.65**
(ÖDE + ÜDE + SDE) > 2	% 88.98

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada 3B bölütleme için 2B U-net'ten tasarlanan derin öğrenme ağı 5-katlamalı olarak uygulandığından 5 farklı test sonucu elde edilmiştir. Bu sonuçlar Tablo 2'de gösterilmiş olup sistemin başarısı olarak dice benzerlik katsayısı %90,59 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca tahmin değerlerini gösteren karışıklık matrisi Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 2. Önerilen 2B U-net varyasyonunu kullanarak 5-Katlamalı çapraz doğrulama ile hesaplanan dice benzerlik katsayıları ve modelin başarısı

5-Katlama Aşaması	Dice Benzerlik Katsayısı (%)
5-Katlama – 1	90.65
5-Katlama – 2	90.73
5-Katlama – 3	90.45
5-Katlama – 4	90.51
5-Katlama – 5	90.60
Ortalama	**90.59**

Tablo 3. Önerilen 2B U-net varyasyonunu kullanarak elde edilen test sonuçlarının karışıklık matrisi

Karışıklık Matrisi		Tahmin edilen voksel değeri	
		0	1
Gerçek voksel değeri	0	67.216.550 (TN)	84.136 (FP)
	1	77.773 (FN)	778.981 (TP)

3B U-net kullanarak yapılan eğitimlerde dice benzerlik katsayısı kullanıldığında %86.46'lık dice skoruna ulaşılmıştır. Yine 3B U-net ağı kategorik çapraz entropi ile uygulandığında ulaşılan dice skor % 88.31 olmuştur. Bu sonuçlardan görüldüğü üzere 3B U-net kullanıldığında Tablo 2'de verilen ve önerilen 2B U-net varyasyonu ile yapılan uygulamada elde edilen başarıya ulaşılamamıştır. MR görüntülerine üç farklı yönden 2B U-net uygulanması başarıyı artırmış olup, sonuçta elde edilen üç farklı değerin Tablo 1'de gösterildiği gibi son işleme aşamasında birleştirilmesi ile daha iyi bir skor elde edilmiştir.

Beynin hipokampüs bölgesinin tespiti için literatürde yer alan çalışmalarda ulaşılan en iyi dice benzerlik katsayısı değeri %90.38 olmuştur (Shi ve ark., 2020). Önerilen mimari ile ulaşılan sonuç ise %.90.59'dur. Çalışma kapsamında kullanılan veri seti ile yapılan bölütleme işlemlerinde elde edilen literatür değerleri ve ayrıca bu çalışma kapsamında ulaşılan değerler tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Önerilen yöntemin dice benzerlik katsayısı değerleri ve literatürdeki sonuçlar

Yöntem	Dice Benzerlik Katsayısı (%)
Ronneberger ve ark., 2015	83.17
Zhou ve ark., 2018 (U-net++)	85.93
Önerilen 2B U-net (dice benzerlik katsayısı ile)	86.46
Oktay ve ark., 2018 (Attention U-net)	87.45
Önerilen 2B U-net (kategorik çapraz entropi ile)	88.31
Isensee ve ark., 2019 (nnU-net)	89.01
Shi ve ark. 2020	90.38
Önerilen Mimari	**90.59**

Burada ayrıca belirtmek gerekir ki Shi ve ark. (2020) 3B MR görüntüleri için 3B bölütleme yapmamışlardır. MR Görüntülerinin arasından ardışık 3 dilim seçerek 3-kanallı 2B görüntü elde etmiş ve sonuçta 2B bölütleme yapmışlardır. Tablo 4'teki diğer değerler verilen mimarilerin yine Shi ve ark. (2020) tarafından kendi görüntüleri üzerinde denemeleri ile elde ettikleri 2B sonuçlardır. Fakat bu çalışmada önerilen mimaride sonuç 3B olarak elde edilmiştir.

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında önerilen mimari, 3B U-net mimarisine kıyasla daha iyi sonuç veren bir 2B U-net varyasyonunu içermektedir. Dolayısıyla görüntüler 2B olarak dilimlenmiştir. Fakat dilimleme işlemi üç ayrı boyuttan yapılmış olup üç ayrı yönden ulaşılan 2B sonuçları son işleme aşamasında uygun birleştirilerek 3B sonuç elde edilmiştir. Böylece yapılan testler sonucu %90.59'luk dice benzerlik katsayısı ile başarılı bir sonuç elde edilmiştir.

KAYNAKLAR

Antonelli M, Reinke A, Bakas S, Farahani K, Landman BA, Litiens G, Wang J 2021. The medical segmentation decathlon. arXiv preprint arXiv:2106.05735.

Coupé P, Eskildsen SF, Manjón JV, Fonov VS, Collins DL, Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative 2012. Simultaneous segmentation and grading of anatomical structures for patient's classification: application to Alzheimer's disease. NeuroImage, 59(4), 3736-3747.

Çiçek Ö, Abdulkadir A, Lienkamp SS, Brox T, Ronneberger O 2016. 3D U-Net: learning dense volumetric segmentation from sparse annotation. In International conference on medical image computing and computer-assisted intervention (pp. 424-432). Springer, Cham.

Engelhardt S, Maier-Hein KH 2018. Automatic Cardiac Disease Assessment on cine-MRI via Time-Series Segmentation and Domain Specific. In Statistical Atlases and Computational Models of the Heart. ACDC and MMWHS Challenges: 8th International Workshop, STACOM 2017, Held in Conjunction with MICCAI 2017, Quebec City, Canada, September 10-14, 2017, Revised Selected Papers (Vol. 10663, p. 120). Springer.

Hesamian MH, Jia W, He X, Kennedy P 2019. Deep learning techniques for medical image segmentation: achievements and challenges. Journal of digital imaging, 32(4), 582-596.

Isensee F, Petersen J, Kohl SA, Jäger PF, Maier-Hein KH 2019. nnu-net: Breaking the spell on successful medical image segmentation. *arXiv preprint arXiv:1904.08128*, *1*(1-8), 2.

Long J, Shelhamer E, Darrell T 2015. Fully convolutional networks for semantic segmentation. In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 3431-3440).

Oktay O, Schlemper J, Folgoc LL, Lee M, Heinrich M, Misawa K, Rueckert D 2018. Attention u-net: Learning where to look for the pancreas. *arXiv preprint arXiv:1804.03999*.

Ronneberger O, Fischer P, Brox T 2015. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention (pp. 234-241). Springer, Cham.

Roth HR, Lu L, Lay N, Harrison AP, Farag A, Sohn A, Summers RM 2018. Spatial aggregation of holistically-nested convolutional neural networks for automated pancreas localization and segmentation. Medical image analysis, 45, 94-107.

Shi J, Zhang R, Guo L, Gao L, Ma H, Wang J 2020. Discriminative feature network based on a hierarchical attention mechanism for semantic hippocampus segmentation. IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, 25(2), 504-513.

Vaidhya K, Thirunavukkarasu S, Alex V, Krishnamurthi G 2015. Multi-modal brain tumor segmentation using stacked denoising autoencoders. In BrainLes 2015 (pp. 181-194). Springer, Cham.

Van Leemput K, Bakkour A, Benner T, Wiggins G, Wald LL, Augustinack J, Fischl B 2009. Automated segmentation of hippocampal subfields from ultra-high resolution in vivo MRI. Hippocampus, 19(6), 549-557.

Zhang W, Li R, Deng H, Wang L, Lin W, Ji S, Shen D 2015. Deep convolutional neural networks for multi-modality isointense infant brain image segmentation. NeuroImage, 108, 214-224.

Zhou Z, Rahman Siddiquee MM, Tajbakhsh N, Liang JU 2018. A Nested U-Net Architecture for Medical Image Segmentation. arXiv 2018. *arXiv preprint arXiv:1807.10165*.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Farklı atık malzemelerin bağlayıcı ve agrega olarak kullanımının harç dayanımı üzerindeki etkisi

Atahan GÜVEN[1*] (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1590-5374),

Zehra ALMAZ ÖZCAN[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9051-4405)

[1-2]Kayseri Üniversitesi, Tomarza Mustafa Akıncıoğlu Meslek Yüksekokulu, İnşaat Programı, Kayseri, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: atahanguven @kayseri.edu.tr

Özet

İnşaat sektöründe yaygın olarak kullanılan malzemelerden birisi olan çimento harcına, atık malzeme olarak lastik, talaş ve cam katılarak harç numuneleri üretilmiştir. Kum-bağlayıcı oranı 3, su-bağlayıcı oranı 0,5 olacak şekilde kontrol harcı ve atık lastik, talaş ve cam katkılı harç numuneler hazırlanmıştır. Atık malzemelerin agrega olarak kullanılabilirliğinin araştırıldığı bu çalışmada, 40x40x160 mm boyutlarında hazırlanan numuneler 28 gün kür edildikten sonra, TS EN 1015-11 standartlarına uygun olarak eğilme dayanımı tayini ve basınç dayanımı tayini deneyleri yapılmıştır. Deney sonucunda atık lastiğin eğilme dayanım değeri 7,6 MPa, basınç dayanım değeri 46,6 MPa olarak belirlenmiştir. Atık lastikli harç numunelerin eğilme ve basınç dayanımı değerlerinin talaşlı ve camlı harç numunelerin eğilme ve basınç dayanımı değerlerinden daha yüksek olduğu görülmüştür. İkinci aşama deneyde ise bağlayıcı olarak çimento yerine atık malzeme olan cüruf ve aktivatör olarak bağlayıcı miktarının %10 oranında Na^+ içeren toz halde $Na_2SİO_3$ (sodyum metasilikat) kullanılmıştır. Farklı oranlarda (%5, %10, %15, %20, %25) atık lastik ile agrega yer değiştirilerek karışıma katılmıştır. Her karışım için 40x40x160 mm boyutlarında numuneler hazırlanmıştır. Hazırlanan numunelerin eğilme ve basınç dayanım değerleri TS EN 1015-11 standardına uygun olarak belirlenmiştir. Hazırlanan numuneler arasında en yüksek eğilme dayanım değeri 4,3 MPa, en yüksek basınç dayanımı değerleri 43,1 MPa olarak belirlenen %5 oranında atık lastik içeren numuneden ve eğilme dayanım değeri 3,5 MPa, basınç dayanımı değerleri 32,9 MPa olarak belirlenen %10 oranında atık lastik içeren numuneden elde edilmiştir. Yapılan üçüncü aşama deneyde ise en yüksek eğilme ve basınç dayanım değerlerini veren %5 ile %10 oranında atık lastik içeren numuneler referans alınarak %6, %7, %8, %9 oranlarında atık lastik ile agrega yer değiştirilmiştir. Hazırlanan numunelerin eğilme ve basınç dayanım tayini değerleri TS EN 1015-11 standardına uygun olarak yapılmıştır. Üçüncü aşama deneyden elde edilen verilere göre, %6 oranında atık lastik içeren numunenin eğilme ve basınç dayanım değerleri sırasıyla 4,2 MPa ve 41,5 MPa olarak hesaplanmıştır. Elde edilen değerlere göre üçüncü aşama deneyde en yüksek eğilme ve basınç dayanımına sahip numune, %6 oranında atık lastik katkısı içeren numune olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Atık lastik, agrega, harç

The effect of the use of different waste materials as binders and aggregates on the strength of the mortar

Abstact

Mortar samples were produced by adding rubber, sawdust and glass as waste material to cement mortar, which is one of the materials commonly used in the construction industry. Control mortar and waste rubber, sawdust and glass-added mortar samples were prepared with a sand-binder ratio of 3 and a water-binder ratio of 0.5. In this study, in which the usability of waste materials as aggregate was investigated, the samples prepared in 40x40x160 mm dimensions were cured for 28 days, and flexural strength and compressive strength tests were carried out in accordance with TS EN 1015-11 standards. As a result of the experiment, the bending strength value of the waste tire was determined as 7.6 MPa, and the compressive strength value was determined as 46.6 MPa. It was observed that the flexural and compressive strength values of the waste rubber mortar samples were higher than the flexural and compressive strength values of the sawdust and glazed mortar samples. In the second stage experiment, instead of cement, slag, which is waste material, was used as binder, and Na_2SiO_3 (sodium metasilicate) in powder form containing 10% Na^+ of binder amount was used as activator.

Different proportions (5%, 10%, 15%, 20%, 25%) of waste tire and aggregate were added to the mixture by replacing them. Samples of 40x40x160 mm dimensions were prepared for each mixture. The bending and compressive strength values of the prepared samples were determined in accordance with the TS EN 1015-11 standard. Among the prepared samples, the highest flexural strength value was determined as 4.3 MPa, the

highest compressive strength value was determined as 43.1 MPa, the sample containing 5% waste rubber, and the flexural strength value was determined as 3.5 MPa and the compressive strength value was determined as 32.9 MPa. It was obtained from a sample containing 10 percent of waste rubber. In the third stage test, 6%, 7%, 8%, 9% waste tire and aggregate were replaced with 6%, 7%, 8%, 9% by taking samples containing 5% to 10% of waste tire as reference, which gives the highest flexural and compressive strength values. The flexural and compressive strength determination values of the prepared samples were made in accordance with the TS EN 1015-11 standard. According to the data obtained from the third stage experiment, the flexural and compressive strength values of the sample containing 6% of waste tire were calculated as 4.2 MPa and 41.5 MPa, respectively. According to the values obtained, the sample with the highest flexural and compressive strength in the third stage test was the sample containing 6% waste rubber additive.
Keyword: Waste Tire, Aggregate, Mortar

GİRİŞ

Türkiye nüfusunun ve lastik kullanım alanının artmasıyla birlikte atık madde miktarının da bir artış meydana gelmiştir. 2022 yılı Haziran ayında TUİK verilerine göre motorlu taşıtların sayısı 25.810.799'dir (url 1). Motorlu araçların artmasıyla beraber lastik kullanımı da artmaktadır. Motorlu araçlarda kullanılan lastikler belirli bir süre sonra özelliklerini kaybederek ömrünü tamamlamış lastikler haline gelmektedir. Ömrünü tamamlamış olan lastikler yığıldığı ve atıldığı yerlerde, şiddetli yangınlar meydana gelmesi ve bu yığınlarda rahatça çoğalma fırsatı bulan böcekler nedeniyle toplum sağlığı açısından risk oluşturmaktadır (Pacheco-Torgal ve ark., 2012). Ömrünü tamamlamış lastiklerin hangi sebeple olursa olsun vadi veya çukurlarda dolgu malzemesi olarak kullanılması, katı atık depolama tesislerine kabulü ve depolanması, ısınmada kullanılması, gösteri ve benzeri fiilleri kapsayacak şekilde her ne amaçla olursa olsun yakılması yasaktır (url 2). Kullanılmış lastiklerin, bütün halden toz hale kadar çeşitli boyutlar için geri kazanılması/yeniden kullanımı mümkündür (Sugözü ve Mutlu, 2009).

Atık lastiğin, betonda agrega yerine kullanılması ile ilgili daha önce bazı araştırmalar yapılmış olup, sertleşme özelliklerinin iyileştiği (eğilme dayanımı) ve ses yalıtım özelliklerinin arttığı görülmüştür (Eldin ve Senouci, 1993).

Son yıllarda kentleşmenin artmasıyla harcın kullanımı artmıştır. Kullanım alanı geniş olan harç değişik alanlarda kullanılmakta ve üretim teknolojisi her gün daha da gelişmektedir. Ömrünü tamamlamış olan lastikler atıldığı yerlerde atık olarak görüleceklerdir. Bu görüntüyü ortadan kaldırmak için ömrünü tamamlamış olan lastikler toz haline veya ince agrega boyutuna getirilerek harç içerisinde kullanılabilir. Bu şekilde hem kötü bir görüntüden kurtulmuş olunur hem de lastiklerin içerisine böcekler yerleşmemiş olur ve böylelikle daha temiz bir çevre bırakılmış olur.

Bu çalışmada, agrega içerisinde bağlayıcı olarak kullanılması düşünülen cüruf ve farklı oranlarda agrega olarak kullanılan atık lastiğin harcın mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma üç farklı deney üzerinden hazırlanmıştır. İlk deneyde atık malzeme olarak lastik, cam ve talaş kullanılmıştır. Bu deneyde ince agreganın yaklaşık olarak %75'i kum %25'i atık malzeme olarak belirlenmiştir. Bağlayıcı olarak TS EN 197-1'e uygun CEM I 42,5 N grubu çimento kullanılmıştır. İnce agreganın üzerine bağlayıcı olarak 450 gram çimento ve 225 gram su karışıma eklenerek harç numuneleri elde edilmiştir. Elde edilen numuneler K1 referans numunesini, K2 atık lastik numunesiyle yapılmış harcı, K3 atık talaş numunesiyle yapılmış harcı ve K4 atık cam numunesiyle yapılmış harcı temsil etmektedir (Tablo 1). Elde edilen harç numuneler 40x40x160 mm'lik kalıplara konulmuştur. Numuneler 28 gün suda bekletildikten sonra sudan çıkarılan numunelere basınç dayanımı tayini ve eğilme dayanımı tayini deneyleri yapılmıştır.

Tablo 1. Birinci deneyde harç karışımı içerisinde kullanılan malzeme miktarı

Numune	Malzeme	Miktar
K1 (Referans)	Kum	1350 gr
	Çimento	450 gr
	Su	225 gr
K2 (Lastik)	Kum	1000 gr
	Lastik	350 gr
	Çimento	450 gr
	Su	225 gr
K3 (Talaş)	Kum	1000 gr
	Talaş	350 gr
	Çimento	450 gr
	Su	225 gr
K4 (Cam)	Kum	1000 gr
	Cam	350 gr
	Çimento	450 gr
	Su	225 gr

Yapılan ikinci deneyde ise birinci deney sonuçlarına göre eğilme dayanımı tayini ve basınç dayanımı tayini en yüksek olan atık lastik malzemesi kullanılmıştır. Harç karışımlarında 225 gr su, bağlayıcı olarak 450 gr cüruf ve cürufun %10'u kadar Na^+ içerecek şekilde toz $Na_2SİO_3$ kullanılarak alkali ile aktive edilmiş harç numuneler elde edilmiştir. Agrega malzemesi olarak toplamda 1350 gr agrega malzemesi kullanılmıştır. Bu agrega malzemesinin içerisinde %5, %10, %15, %20 ve %25 oranlarında atık malzeme (lastik) kullanılmıştır. Hazırlanan malzemeler N1, N2, N3, N4 ve N5 olarak isimlendirilmiştir (Tablo 2). Elde edilen numuneler 40x40x160 mm'lik kalıplara konulmuştur. Numuneler 24 saat 75ºC sıcaklıkta etüvde bekletildikten sonra çıkarılarak oda sıcaklığına gelinceye kadar beklenmiştir ve daha sonra numuneler kalıplardan çıkarılmıştır. Kalıplardan çıkarılan numunelere basınç dayanımı tayini ve eğilme dayanımı tayini deneyleri yapılmıştır.

Tablo 2. İkinci deneyde harç karışımı içerisinde kullanılan malzeme miktarı

Numune	Malzeme	Miktar
N1 (%5 atık malzeme)	Kum	1282.5 gr
	Lastik	67.5 gr
	Su	225 gr
	Cüruf	450 gr
N2 (%10 atık malzeme)	Kum	1215 gr
	Lastik	135 gr
	Su	225 gr
	Cüruf	450 gr
N3 (%15 atık malzeme)	Kum	1147.5 gr
	Lastik	202.5 gr
	Su	225 gr
	Cüruf	450 gr
N4 (%20 atık malzeme)	Kum	1080 gr
	Lastik	270 gr
	Su	225 gr
	Cüruf	450 gr
N5 (%25 atık malzeme)	Kum	1012.5 gr
	Lastik	337.5 gr
	Su	225 gr
	Cüruf	450 gr

Yapılan üçüncü deneyde ise ikinci deney sonuçlarına göre eğilme dayanımı tayini ve basınç dayanımı tayini en yüksek iki atık lastik malzemesi arasındaki değerler alınarak yapılmıştır. Hazırlanacak harç karışımlarında 225 gr su, bağlayıcı olarak 450 gr cüruf ve cürufun %10'u kadar $Na_2SİO_3$ kullanılmıştır. Agrega malzemesi olarak toplamda 1350 gr agrega malzemesi kullanılmıştır. Bu agrega malzemesinin içerisinde %6, %7, %8 ve %9 oranlarında atık malzeme (lastik) katılmıştır. Hazırlanan malzemeler V1, V2, V3 ve V4 olarak isimlendirilmiştir (Tablo 3). Elde edilen numuneler 40x40x160 mm'lik kalıplara konulmuştur. Numuneler 24 saat 75ºC sıcaklıkta etüvde bekletildikten sonra çıkarılarak oda sıcaklığına gelinceye kadar beklenmiştir ve daha sonra numuneler kalıplardan çıkarılmıştır. Kalıplardan çıkarılan numunelere eğilme dayanımı tayini ve basınç dayanımı tayini deneyleri yapılmıştır.

Tablo 3. Üçüncü deneyde harç karışımı içerisinde kullanılan malzeme miktarı

Numune	Malzeme	Miktar
V1 (%6 atık malzeme)	Kum	1431 gr
	Lastik	81 gr
	Su	225 gr
	Cüruf	450 gr
V2 (%7 atık malzeme)	Kum	1255,5 gr
	Lastik	94,5 gr
	Su	225 gr
	Cüruf	450 gr
V3 (%8 atık malzeme)	Kum	1242gr
	Lastik	108 gr
	Su	225 gr
	Cüruf	450 gr
V4 (%9 atık malzeme)	Kum	1228,5 gr
	Lastik	121,5 gr
	Su	225 gr
	Cüruf	450 gr

METOT

Kayseri Üniversitesi Tomarza Mustafa Akıncıoğlu Meslek Yüksekokulu Yapı Malzemeleri Laboratuvarı`nda eğilme dayanım tayini deneyi ve basınç dayanım tayini deneyleri yapılmıştır.

Eğilme Dayanımı Tayini

Eğilme deneyleri, 40x40x160 mm'lik numuneler üzerinde 28. günde 3 nokta eğilme deneyi yapılmıştır. Betonların eğilme dayanımlarının aşağıda verilen eşitlik yardımıyla sonuçlar hesaplanmıştır. Deney sonuçları bulguları bölümünde belirtilmiştir.

Basınç Dayanımı Tayini

Basınç deneyleri, 40x40x160 mm'lik küp numuneler üzerinde yapılmıştır. Yapılan bütün basınç deneyleri, sabit yükleme hızı altında gerçekleştirilmiş ve yükleme hızı TS EN 12390–3'e 0,4 MPa/s olarak alınmıştır. Basınç dayanımı deneylerinde elde edilen sonuçlar bulguları kısmında verilmiştir.

BULGULAR

Çalışma kapsamında atık maddelerin harçlar üzerinde yapılan 28 günlük numunelerin mekanik dayanımları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Birinci Deneydeki Numunelerin Mekanik Deney Sonuçları

Numune adı		Eğilme Dayanımı (MPa)	Eğilme Dayanımı Ortalama (MPa)	Basınç Dayanımı (MPa)		Basınç Dayanımı Ortalama (MPa)
				1.Numune	2. Numune	
K1 (Referans)	K1-1	7,7	7,8	40,0	40,3	43,8
	K1-2	8,1		44,2	44,5	
	K1-3	7,7		47,0	46,5	
K2 (Lastik)	K2-1	7,0	7,6	47,4	48,7	46,6
	K2-2	7,6		45,0	48,3	
	K2-3	8,1		44,7	45,6	
K3 (Talaş)	K3-1	0,7	0,6	0,7	0,8	0,8
	K3-2	0,6		0,7	0,8	
	K3-3	0,6		0,9	1,0	
K4 (Cam)	K4-1	6,3	6,5	32,8	38,0	37,3
	K4-2	7,3		35,6	39,2	
	K4-3	5,9		37,7	40,5	

Birinci deney numuneleri üzerinde yapılan eğilme dayanımı deneyi bulguları Tablo 4'de verilmiştir. Deney sonuçlarına göre eğilme dayanımı en yüksek olan numune ortalama 7.8 MPa ile K1 referans numunesidir. Referans numunesine en yakın olan numune 7.6 MPa ile K2 lastik numunesidir. Lastik numunesini sırasıyla 6.5 MPa ile K4 cam numunesi ve 0.6 MPa ile K3 talaş numunesi takip etmektedir.

Birinci deney numuneleri üzerinde yapılan basınç dayanımı deneyi bulguları Tablo 4'de verilmiştir. Deney sonuçlarına göre basınç dayanımı en yüksek olan numune ortalama 46.6 MPa ile K2 lastik numunesidir. Daha sonra 37.3 MPa ile K4 cam numunesi ve basınç dayanımı en düşük olan numune 0.8 MPa ile K3 talaş numunesi olmuştur.

Bu sonuçlara göre, atık lastik ile hazırlanan harç numunesinin basınç dayanımını olumlu yön de etkilediği, atık cam ve talaş malzemeleriyle hazırlanan harç numunelerinin ise basınç dayanımında olumlu bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu deney sonuçlarına göre ikinci deneyde sadece atık lastik kullanılmıştır.

İkinci deney numuneleri üzerinde yapılan eğilme deneyi ve basınç deneyi bulguları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. İkinci Deneydeki Numunelerin Mekanik Deney Sonuçları

Numune adı		Lastik Oranı	Eğilme Dayanımı (MPa)	Eğilme Dayanımı Ortalama (MPa)	Basınç Dayanımı (MPa)		Basınç Dayanımı Ortalama (MPa)
					1.Numune	2. Numune	
N1	N1-1	%5	4,3	4,3	43,4	42,8	43,1
	N1-2		4,4		42,6	43,7	
	N1-3		4,2		42,1	43,5	
N2	N2-1	%10	2.8	3,5	33,2	33,9	32,9
	N2-2		3,7		33,7	31,6	
	N2-3		4,0		31,9	33,2	
N3	N3-1	%15	3,3	3,2	16,8	17,7	18,5
	N3-2		3,2		19,2	19,1	
	N3-3		3,1		18,3	19,7	
N4	N4-1	%20	2,5	2,3	10,8	10,5	10,6
	N4-2		2,2		10,5	10,4	
	N4-3		2,2		10,5	10,7	
N5	N5-1	%25	1,4	1,3	3,6	3,7	3,9
	N5-2		1,0		3,6	3,9	
	N5-3		1,5		4,3	4,2	

İkinci deney numuneleri üzerinde yapılan eğilme dayanımı deneyi bulguları Tablo 5'de verilmiştir. Deney sonuçlarına göre eğilme dayanımı en yüksek olan numune ortalama 4.3 MPa ile %5 atık lastik içeren N1 numunesidir. N1 numunesine en yakın olan numune 3.5 MPa ile %10 atık lastik içeren N2 numunesi olmuştur. Bu numuneleri sırasıyla 3.2 MPa ile %15 atık lastik içeren N3, 2.3 MPa ile %20 atık lastik içeren N4 ve 1.3 MPa ile %25 atık lastik içeren N5 numuneleri takip etmiştir.

İkinci deney numuneleri üzerinde yapılan basınç dayanımı deneyi bulguları Tablo 5'de verilmiştir. Deney sonuçlarına göre basınç dayanımı en yüksek olan numune ortalama 43.1 MPa ile N1 numunesi numunesidir. N1 numunesinin basınç dayanımına en yakın numune 32.9 MPa ile N2 numunesi olmuştur. Bu numuneleri sırasıyla 18.5 MPa ile N3, 10.6 MPa ile N4 ve 3.9 MPa ile N5 numuneleri takip etmiştir.

Bu sonuçlara göre, farklı oranlarda atık lastik ile hazırlanan harç numunelerinde, atık miktarı artıkça eğilme dayanımında ve basınç dayanımında azalma meydana gelmiştir. En iyi eğilme dayanımı ve basınç dayanımı değeri N1 ve N2 numunelerinde meydana gelmiştir. Burada bağlayıcı olarak çimento yerine cüruf kullanılması da bir başka atık malzemesinin geri dönüşümü olmuştur. Deney sonuçlarına göre en iyi değerler %5 atık malzeme içeren N1 ve %10 atık malzeme içeren N2 numuneleri arasında meydana geldiği için üçüncü deney ise bu değerler arasındaki eğilme dayanım tayini ve basınç dayanım tayini belirlenmiştir.

Üçüncü deney numuneleri üzerinde yapılan eğilme deneyi ve basınç deneyi bulguları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Üçüncü Deneydeki Numunelerin Mekanik Deney Sonuçları

Numune adı		Lastik Oranı	Eğilme Dayanımı (MPa)	Eğilme Dayanımı Ortalama (MPa)	Basınç Dayanımı (MPa)		Basınç Dayanımı Ortalama (MPa)
					1.Numune	2. Numune	
V1	V1-1	%6	4,2	4,2	41,7	40,8	41,5
	V1-2		4,0		43,5	41,3	
	V1-3		4,4		42,2	39,2	
V2	V2-1	%7	4,1	3,9	36,9	34,4	35,0
	V2-2		3,8		35,8	33,2	
	V2-3		3,8		33,4	36,1	
V3	V3-1	%8	3,9	3,6	33,6	34,1	33,7
	V3-2		3,8		34,5	34,7	
	V3-3		3,2		32,4	33,2	
V4	V4-1	%9	3,6	3,5	32,5	30,1	33,1
	V4-2		3,4		33,5	34,6	
	V4-3		3,6		33,4	34,6	

Üçüncü deney numuneleri üzerinde yapılan eğilme dayanımı deneyi bulguları Tablo 6'da verilmiştir. Deney sonuçlarına göre eğilme dayanımı en yüksek olan numune ortalama 4.2 MPa ile %6 atık lastik içeren V1 numunesidir. V1 numunesine en yakın olan numune 3.9 MPa ile %7 atık lastik içeren V2 numunesi olmuştur. Bu numuneleri sırasıyla 3.6 MPa ile %8 atık lastik içeren V3, 3.5 MPa ile %9 atık lastik içeren V4 numuneleri takip etmiştir.
Üçüncü deney numuneleri üzerinde yapılan basınç deneyi bulguları Tablo 6'da verilmiştir. Deney sonuçlarına göre basınç dayanımı en yüksek olan numune ortalama 41.5 MPa ile V1 numunesi numunesidir. V1 numunesinin basınç dayanımına en yakın numune 35.0 MPa ile V2 numunesi olmuştur. Bu numuneleri sırasıyla 33.7 MPa ile V3 ve 33.1 MPa ile V4 numuneleri takip etmiştir.

SONUÇLAR

Yapılan çalışmada atık malzeme olarak kullanılan lastik, talaş ve camın inşaat sektöründe kullanılabilirliği araştırılmıştır.
Deneysel çalışmanın birinci aşamasında, atık malzemeler (lastik, talaş, cam) kullanılarak elde edilen harç numunelerin eğilme ve basınç dayanımı değerleri araştırılmıştır. Su, çimento ve agrega kullanılarak referans numuneler üretilmiştir. Atık malzemeli numunelerin üretiminde ise, %75 oranında agrega, %25 oranında ise atık malzeme kullanılmıştır. Her atık malzeme için ayrı ayrı harç numuneleri üretilmiştir. Üretilen numuneler 28 gün suda kür edildikten sonra kuru yüzey doygun duruma getirilerek eğilme ve basınç dayanımı değerleri belirlenmiştir.
Üretilen harçlardan, en yüksek eğilme dayanımı değeri 7,6 MPa, en yüksek basınç dayanımı değeri ise 46,6 MPa olarak atık lastikli harç numunesinden elde edilmiştir. Atık lastik numunesinden sonra, 6,5 MPa eğilme dayanımı, 37,3 MPa basınç dayanımına sahip atık camlı harç numunesi gelmiştir. Son olarak ta 0,6 MPa eğilme dayanımı, 0,8 MPa basınç dayanımı ile atık talaşlı harç numunesi eğilme ve basınç dayanımı en düşük olan harç numunesi olmuştur.
Elde edilen deney sonuçlarına göre, atık lastikli harç numunelerinin eğilme ve basınç dayanımı değerleri, atık talaş ve cam katkılı harç numunelerin eğilme ve basınç dayanımı değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.
Deneysel çalışmanın ikinci aşamasında, bağlayıcı olarak çimento yerine atık bir malzeme olan cüruf, aktivatör olarak Na_2SiO_3, su ve agrega kullanılmıştır. Agrega miktarının %5, %10, %15, %20, %25'si oranlarında atık lastik agregayla ikame edilerek karışımlar hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler 24 saat 75 ^oC'de etüvde kür edildikten sonra oda sıcaklığına gelene kadar bekletilerek eğilme ve basınç dayanımları belirlenmiştir.
Üretilen harç numunelerden eğilme ve basınç dayanım değerleri en yüksek olan numune 4,3 MPa eğilme dayanımı, 43,1 MPa basınç dayanımı ile %5 oranında atık lastik içeren harç numunesi olmuştur. %5 oranında

atık lastik içeren harç numunesini, 3,5 MPa eğilme dayanımı, 32,9 MPa basınç dayanımına sahip %10 oranında atık lastik içeren harç numunesi takip etmektedir.

Bu deney sonucuna göre, %5 ve %10 oranında atık lastikli harç numunelerin dayanım değerleri, diğer harç numunelerinin eğilme ve basınç dayanım değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Deneysel çalışmanın üçüncü aşamasında, cüruf, $Na_2SİO_3$, su ve agrega kullanılmıştır. İkinci deney sonuçlarına göre en yüksek dayanım gösteren %5 ve %10 atık lastik içeren harçların agrega miktarları değiştirilerek (%6, %7, %8, %9) yeni harç numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler 24 saat 75 ^oC'de etüvde bekletildikten sonra oda sıcaklığına geldiğinde eğilme ve basınç dayanımları belirlenmiştir.

Bu deney sonucuna göre, eğilme ve basınç dayanım değeri en yüksek olan numune, 4,2 MPa eğilme dayanımı, 41,5 MPa basınç dayanımı ile %6 oranında atık lastik içeren harç numunesidir.

Genel olarak sürekli olarak artış gösteren inşaat sektöründe atık malzemelerin kullanılabilirliği farklı bir boyut kazandıracaktır. Bu çalışmada hem bağlayıcı hem de agrega içerisinde atık malzemeler kullanılmıştır ve inşaat sektöründe kullanılabilirliği araştırılmıştır.

KAYNAKLAR

url 1 https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Ocak-2022-45704 (01.12.2022)

url 2 http://www.csb.gov.tr/gm/cygm/index.php?Sayfa=sayfa&Tur=webmenu&Id=8048 (01.12.2022)

Eldin, N.N., Senouci, A.B., (1993). Rubber-tyre particles as concrete aggregates. ASCE Journal of Materials in Civil Engineering, 5 (4): 478–496.

Pacheco-Torgal, F., Ding, Y., Jalali, S., (2012). Properties and durability of concrete containing polymeric wastes (tyre rubber, and polyethylene terephthalate bottles): An overview, Construction and Building Materials, 30:714–724.

Sugözü, İ., Mutlu, İ., (2009). Atık Taşıt Lastikleri ve Değerlendirme Yöntemleri (Teknik Not), Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi, 1(1), 35-46.

TS EN 196-1., (2016). Çimento Deney Metodları – Bölüm 1: Dayanım Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 197-1., (2012). Çimento– Bölüm 1: Genel çimentolar-Bileşim, özellikleri ve uygunluk kriterleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 1015-11., (2000). Kagir harcı - Deney metotları - Bölüm 11: Sertleşmiş harcın basınç ve eğilme dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS EN 12390-3., (2019). Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayin, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Fracture toughness of bidirectional jute-polyester composite materials

Tioua Tahar[1], Djamel Djeghader[1*], Bachir Redjel[2]

[1]AbdelHafid Boussouf University Center, Civil and Hydraulic Engineering Department, Mila, Algeria.
[2]Badji Mokhtar University, Civil Engineering Department, Annaba, Algeria.

*Corresponding author e-mail: djameldjeghader@yahoo.fr

Abstract
Impact tests were carried out on prismatic specimens with lateral notches of different depths of a composite material with a polyester matrix reinforced with three layers of bidirectional jute fibers corresponding to a rate of 40%. Three distances between supports were tested: 40 mm, 60 mm and 70. The tests were carried out in 3-point bending at an impact speed of 3.85 m/s with a pendulum of 7.5 Joules. The method of J.G. Williams based on the principles of linear elastic fracture mechanics was used to interpret these results and made it possible to obtain an estimate of the fracture energy or toughness GIC intrinsic parameter of this material from the total energy U dissipated during the impact. The measurement results of U as a function of BWϕ for all the notched specimens tested for the 3 distances between supports used are characterized by a significant dispersion of the experimental points around the linear regression lines. This characteristic dispersion of composite materials is the consequence above all of the heterogeneity of the material on the path of cracking, as well as of the dispersion of the mechanical test itself. GIC tenacity decreases with increasing distance between supports.
Keywords: Composite, Jute-polyester, Toughness, Fracture energy

INTRODUCTION

Natural fiber reinforced polymer matrix composite materials are receiving increasing attention, both from academia and various industries. Jute fiber is among the best natural fibers used in the mass market composite materials industry due to its properties and availability. This fiber has high specific properties, less abrasive behavior for processing equipment and good dimensional stability. Thus, composite materials reinforced with jute fiber can be used as an alternative to replace those reinforced with fiber glass in many applications that do not require very high loads (Sarikaya, et al., 2019). Many works have been published in recent years concerning the development and characterization in statics and fatigue of composite materials with plant fibers or biofibers, but their behavior in Charpy impact tests remains little studied (Vijaya Ramnath., 2013, Joshi et al., 2022, Sabeel Ahmed., 2008). (Amanda and Torrones 2007)show that the incorporation of jute fabric in polyethylene resin completely changes the fracture characteristics of these materials and increases their resistance to impact. (Rana et al., 2007) show that there is an increase in the impact energy of a composite material with a polypropylene matrix reinforced with short jute fibers with the increase in the percentage of jute fibers. This increase in impact resistance is no longer significant beyond a rate of 50%. (Wambua et al. 2003) examining and comparing the mechanical properties of different composite materials with a polypropylene matrix reinforced with natural fibers such as sisal, kenaf, hemp, jute and coconut fibers, show that the latter display a low impact resistance. Another comparison was made with the corresponding properties of composite materials with a polypropylene matrix reinforced with glass mats. The natural fiber composites examined show low impact strength unlike hemp and sisal fiber composites which show strength comparable to that of glass fiber reinforced composite materials. The specific properties of natural fiber composite materials are sometimes better than those of glass fiber composite materials. Achouri and Redjel (2011) using fracture mechanics concepts to characterize in impact glass-perlon-polyester composite materials for orthopedic use and glass-carbon-polyester show that the impact test is very dispersive in its results but remains a rapid means of evaluation of the toughness parameters of composite materials for their classification Thus, the carbon-perlon-polyester composite has better resistance to dynamic cracking than the glass-perlon-polyester composite.
The objective of this work is to interpret the results of impact tests carried out on notched specimens of a composite material with a polyester matrix reinforced with bidirectional jute fibers using the method of J.G. Williams based on the principles of mechanics linear elastic rupture.

MATERIALS AND METHODS

The material used in this study is a polyester matrix composite reinforced with three layers of bidirectional jute fiber. The test specimens used in impact are prismatic in shape, 10 mm wide and 4 mm thick on average, with a single edge notch type lateral notch. These specimens were cut out of 300x210 mm^2 plates then notched in the middle, at different depths as shown in figure 1. A pre-notch is first made using a special saw then the notch is continued with a rigid blade in order to have an acute shape of the crack tip. The notch lengths are included in the ratio $0.2 < a/D < 0.6$, a and D are respectively the notch length and the width of the specimen.

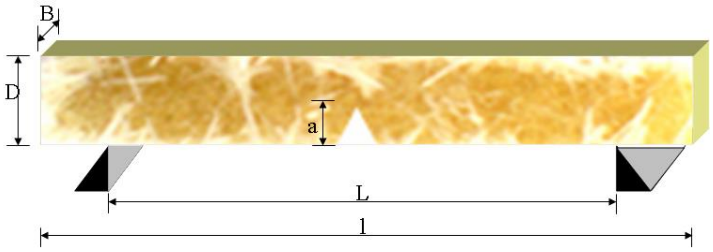


Figure 1. Test specimen used in impact

The impact Charpy tests were carried out on a Charpy Zwick 5113 Pendulum impact testers in 3-point bending in accordance with ASTM D6110. The release angle of the machine is 160° and the impact speed is 3.85 m/s. The pendulum used in the case of the study materials has an energy of 7.5 J. Figure 2 shows the experimental device used as well as the data acquisition and processing device by a microcomputer equipped "with an expert test software". Three distances between supports were tested : 40 mm, 60 mm and 70 mm.



Figure 2. Zwick/Roell type Charpy impact machine used

The Williams method based on the principles of linear elastic fracture mechanics has been used to interpret the results of impact tests on notched specimens Sakin, and Ay (2008), Djeghader, and Redjel, (2017). This method makes it possible to obtain an estimate of the energy or toughness G_{IC} intrinsic parameter of the material from the total energy dissipated U during the impact according to the equation:

$$U = G_{IC} BD\phi \qquad (1)$$

B and D represent the thickness and width of the specimen, respectively, and ∅ is a calibration factor which depends on the geometry of the specimen and which was tabulated by Williams for various lengths of notches (equation 3). Thus, the recording of the energy lost by the hammer at the moment of impact for each notch plotted on a diagram U a function of (BD∅) gives a straight line whose slope measures G_{IC}.

$$\phi = \frac{1}{2}\left(\frac{a}{D}\right) + \frac{1}{36\pi}\left(\frac{L}{D}\right)\frac{1}{\left(\frac{a}{D}\right)} \qquad (2)$$

Where a and L represent the notch length and the distance between supports, respectively.

RESULTS AND DISCUSSION

The graphical representation of the measurement points of the total fracture energy lost by the hammer U as a function of the area of the ruptured cracks for the three distances between supports used are shown in figures 3, 4 and 5. The dispersion is important for all the cases tested as indicated by the calculated correlation coefficients which are well below one (1). This dispersion, also characteristic of composite materials, is the consequence above all of the heterogeneity of the material on the path of cracking, of the mode of manufacture of the notches as well as the dispersion of the mechanical test itself on experimental points around the linear regression lines.

The results show that the increase in total fracture energy with the increase in fractured surfaces results in the fact that fracture is an energy-consuming phenomenon, therefore the increase in fractured surfaces requires more fracture energy. important.

The linear regression for the distances between supports 40mm, 60mm and 70mm is given with correlation coefficients well below 1, reflecting a strong dispersion of the experimental points around the linear regression line. This dispersion is a characteristic of heterogeneous materials and is the consequence above all of the heterogeneity of the material on the path of cracking, of the method of manufacture of the notches as well as of the dispersion of the mechanical test itself. The presence of defects during the manufacture of the specimens is also a parameter favoring the variability of the measurement. Indeed, the distribution of the rate of jute fibers in the polyester matrix as well as their orientation is not uniform within the volume of the material, which causes often tortuous fracture paths which do not necessarily follow the direction and the plane. of the initial notch and which are different from one specimen to another.

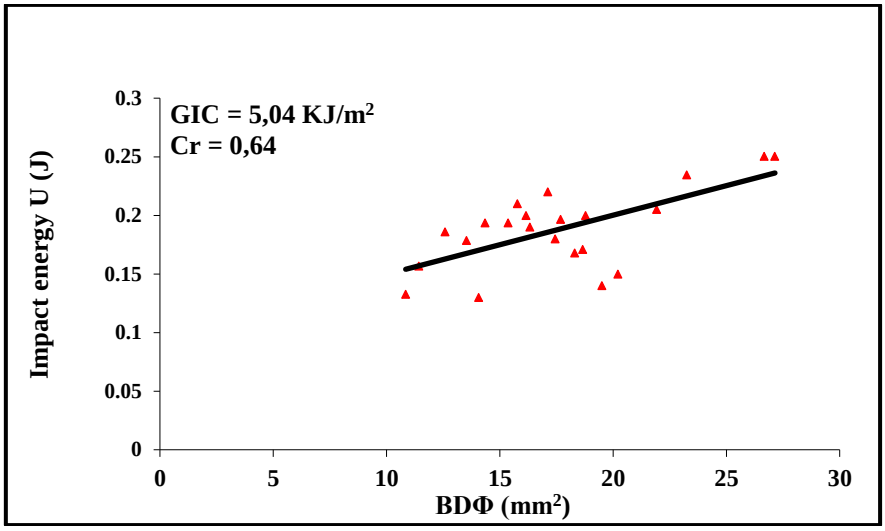


Figure 3. Total fracture energy as a function of broken areas BD ϕ (L= 40cm)

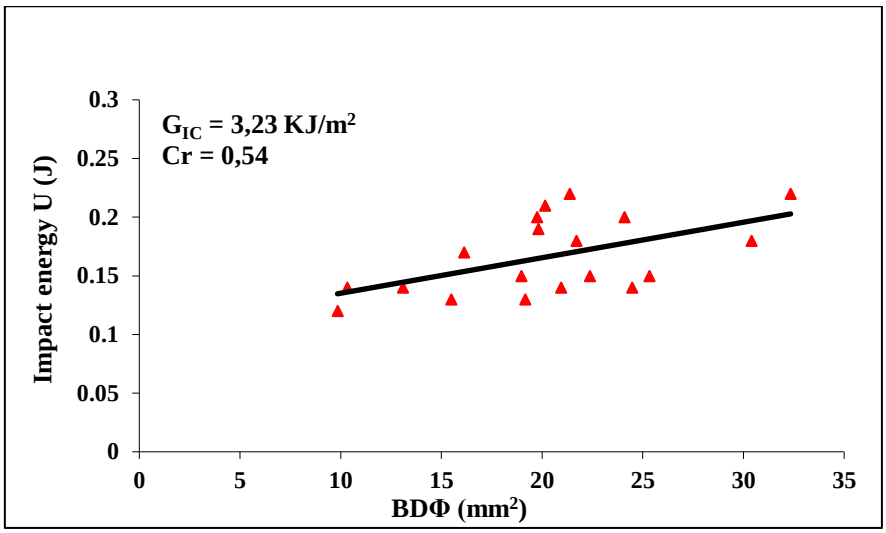


Figure 4. Total fracture energy as a function of broken areas BD ϕ (L= 60cm)

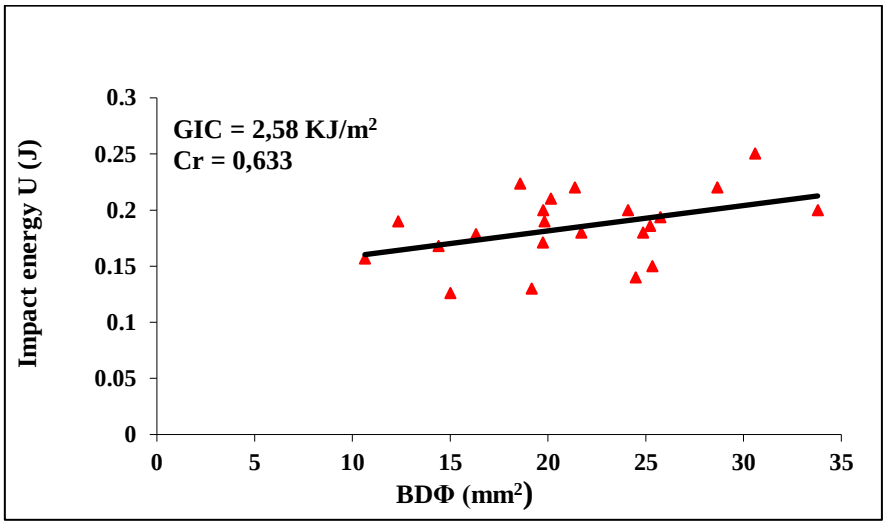


Figure 5. Total fracture energy as a function of broken areas BD ϕ (L= 70cm)

The results of measuring the dynamic toughness as a function of the distance between supports in 3-point bending are illustrated in the histogram in figure 6 for all the specimens tested. These results show that the effect of the distance between supports for materials with jute fibers is significant compared to that observed on other composite materials such as polyester glass for example. Indeed, the toughness in G_{IC} decreases with the increase of the distance between supports.

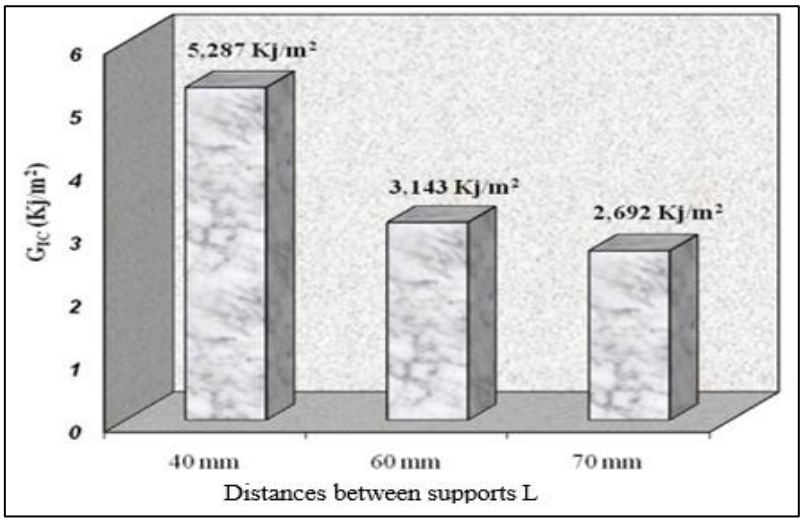


Figure 6. G_{IC} tenacity as a function of the distance between supports L

CONCLUSION

The following conclusions can be drawn from the study:

- The tested specimens of jute/polyester composite material broke brittle on impact.
- The measurement of the critical fracture energy G_{IC} determined by the method of Williams using the impact pendulum is characterized by a strong dispersion. This is mainly due to the heterogeneity of the material.
- The dynamic impact toughness of jute-polyester composite materials decreases with the increase in the distance between supports in 3-point bending.

REFERENCES

Sarikaya, E., Callioğlu, H., and Demirel, H. (2019). Production of epoxy composites reinforced by different natural fibers and their mechanical properties, Composites Part B: Engineering, 167, pp. 461–466..

Vijaya Ramnath, B., Junaid Kokan, S., Niranjan Raja, R., Sathyanarayanan, R., Rajendra Prasad, A., Manickavasagam, V.M., and Elanchezhian, C. (2013). Evaluation of mechanical properties of abaca–jute–glass fibre reinforced epoxy composite, Materials and Design, 51, pp. 357–366.

Joshi, A., Shivakumar Gouda, P.S., Sridhar, I., Umarfarooq, M.A., Uppin, V., Vastrad, J., Gogoi, N., and Edacherian, A. (2022). Crack suppression by natural fiber integration for improved interlaminar fracture toughness in fiber hybrid composites, Frattura ed Integrità Strutturale, 16(60), pp. 158–173.

Sabeel Ahmed, K., and Vijayarangan, S. (2008). Tensile, flexural and interlaminar shear properties of woven jute and jute glass fabric reinforced polyester composites, Journal of Materials Processing Technology, 207, pp. 330–335.

Amanda, C. and Torrones, L.A.H. (2007). « Impact rupture characteristics of polyethylene composites reinforced with jute fabric » Acta Microscopica, 16, pp 1-2.

Rana, A.K. Mandal, A. Mitra, L.B.C. Jacobson R. and Rowell, R (1998). Short jute fiber-reinforced polypropylene composites: effect of compatibilizer, Journal of Applied Polymer Science, 69, pp. 329-338.

Wambua,P. Ivens, J. and Verpoest, I. (2003), Natural fibres: can they replace glass in fibre-reinforced plastics, Composite Science and Technology, 63, Issue 9, pp. 1259-1264.

Achouri, S. and Redjel, B. (2011), Utilisation du mouton pendule pour la mesure du taux de restitution d'énergie critique en choc de matériaux composites verre-perlon-polyester et carbone-perlon-polyester » International Conference on Mechanical Engineering, CIGM2011, 20-22 Novembre, Skikda, Algérie,

Sakin, R., and Ay, A. (2008). Statistical analysis of bending fatigue life data using Weibull distribution in glass-fiber reinforced polyester composites, Materials and Design, 29, pp.1170–1181. doi:10.1016/j.matdes.2007.05.005

Djeghader, D., and Redjel, B. (2017). FATIGUE OF GLASS-POLYESTER COMPOSITE IMMERGED IN WATER, Journal of Engineering Science and Technology, 12(5), pp.1204–1215.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Design of Ultralight FeCoP or FeZnP/Graphene Sponge Asymmetric Supercapacitor Electrodes

Elif ERÇARIKCI[1*] (*https://orcid.org/0000-0002-8490-1644*), Kader DAĞCI KIRANŞAN (*https://orcid.org/0000-0002-0764-9393*), Ezgi TOPÇU (*https://orcid.org/0000-0003-1506-9089*)

Atatürk University, Sciences Faculty, Department of Chemistry, Erzurum, Turkey.

*Corresponding author e-mail: elif.ercarikci@atauni.edu.tr

Abstract
In this work, two flexible graphene-based materials were prepared by electrochemically depositing FeCoP and FeZnP on graphene sponges (GS) as self-standing and flexible electrodes for high-performance electrochemical capacitors. The structural and morphological properties of FeCoP/GS and FeZnP/GS electrodes were characterized using different techniques. As a result, two asymmetric supercapacitors were fabricated with FeCoP/GS and FeZnP/GS electrodes and GS; FeCoP/GS//GS and FeZnP/GS//GS circuits displayed a specific capacitance of 1100 and 780 F/g at 1.0 A/g and an outstanding energy density of 185 and 98 Wh/kg at a high-power density of 5.6 and 3.8 kW/kg, respectively. Therefore, the as-fabricated electrodes hold great potential in the field of energy storage.
Keywords: Graphene sponge, Flexible material, Binary metal phosphite, Supercapacitor

INTRODUCTION

Due to industrial activities, climate changes, and depleting fossil fuels have brought about an ever-rising and urgent demand for inexpensive, light, and high-performance energy conversion and storage devices. The electrode material is the most important factor determining the performance of SCs (Çepni and Öznülüer, 2022). And flexible and ultralight supercapacitors (SCs) have attracted great interest with the rise of wearable electronic devices. Recently, owning many pores, superior electrical conductivity, mechanical strength, and flexible structure, graphene-based sponges (GSs) have been encountered in many applications such as SCs (Erçarıkcı et al., 2022) and sensor (Dağcı Kıranşan and Topçu, 2020). In addition to, lately, transition metal phosphides such as CoP (Zhang et al., 2020) and FeP and ZnP (Erçarıkcı et al., 2022) have emerged as attractive electrode materials for improve the performance of SCs, due to their outstanding electroconductivity, high electrochemical activity, together with good thermal and chemical stability (Li et al., 2019). Unfortunately, the reported monometallic phosphides-based electrode materials exhibited poor rate capacity and low long-term cycling stability (Wan et al., 2020). To overcome this situation, binary metal phosphides-based electrode materials can be developed.

In this study, we report a flexible and ultralight FeCoP or FeZnP/graphene sponge electrode material (FeCoP/GS or FeZnP/GS) for utility in supercapacitor applications. GS was prepared by applying a foaming sol-gel method from the dispersion of GO. By using the produced GS as an electrode at electrochemical cell, FeCoP/GS and FeCoP/GS electrode material was produced by electrochemical deposition, which is an easy-to-apply and environmentally friendly method. As-prepared 3D ultralight and flexible FeCoP/GS and FeZnP/GS were used as an electrode material in cyclic voltammetry (CV) experiments. Thus, flexible ASC circuits with high capacitive performance prepared from FeCoP/GS and FeZnP/GS electrodes were developed.

MATERIALS AND METHODS

Synthesis of Graphene Oxide (GO)

The modified Hummers' method was used to synthesize GO (Kovtyukhova 1999). GO solution was prepared at optimum concentration.

Synthesis of Graphene Sponge (GS)

GS was prepared by applying a foaming sol-gel method from the dispersion of GO (Yang et al., 2018). 15 mL of GO aqueous dispersion containing ascorbic acid (AA) (as reducing agent) and 2.0 mL of sodium dodecyl sulfate (SDS) was foamed at 2500 rpm for 30 min and graphene hydrogel (GH) was obtained after the reaction of this mixture at 75°C for 1 h. GH was frozen at -18°C for 5 h and completely thawed under atmospheric

conditions. Then GH was dried at 90°C for 5 h and washed 1-3 times with deionized water to remove excess AA. Finally, after annealing the GS at 350°C for 4 h, 3D freestanding GS was obtained (Erçarıkcı et al., 2022).

Preparation of FeCoP/GS Electrode Material (FeCoP/GS or FeCoP/GS)

The FeCoP nanostructure were electrodeposited on GSEM surface from $Na_2H_2PO_2$ solution consisting of separately $Co(NO_3)_2$ or $Zn(NO_3)_2$ and $FeSO_4$ by using constant potential electrolysis at -1.2 V and for 7.0 and 5.0 min into electrodeposition cell system, respectively (Fig. 1).

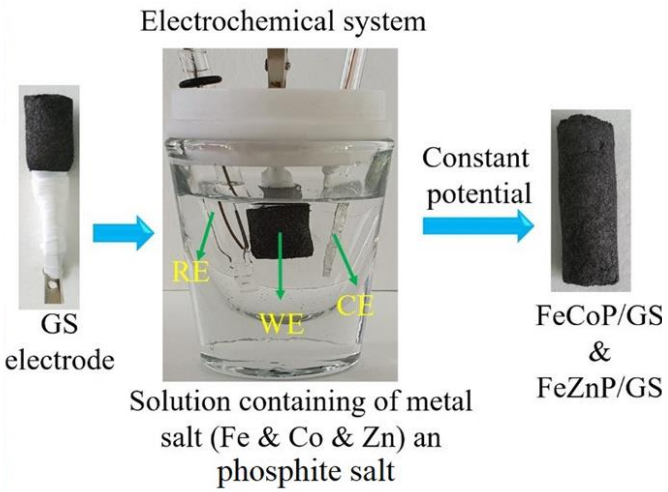


Fig. 1. Preparation process of FeCoP/GS or FeZnP/GS.
(RE: Reference electrode; WE: Working electrode; CE: Counter electrode).

Fabrication of the ASC devices

The ASC devices were fabricated sandwiching PVA-H_2SO4 gel electrolyte (Yang et al., 2018) coated FeCoP/GS or FeZnP/GS and GS electrodes among the graphene paper (GP) on the basis of our previous report (Erçarıkcı et al., 2022). When the FeCoP/GS or FeZnP/GS were separately used for the positive electrode, the GS is used as the negative electrode to design the two-electrode system of ASC. Scotch tape worked as the substrate. Thus, 3D ASC device was fabricated and denoted as FeCoP/GS//GS and FeZnP/GS//GS.

Apparatus

Powder XRD was carried out using a Rigaku TTR III X-ray diffractometer equipped with monochromatized Cu Kα radiation (λ=1.5406 Å). X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) measurements were carried out with a Spect-Flex spectrometer, standard Al X-ray source SEM images results were acquired using a Zeiss brand field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) instrument. All the electrochemical experiments were performed with Gamry (600+) potentiostat system connected to a three-electrode cell. 3D, flexible and ultralight FeCoP/GSEM electrode directly used as the working electrode (20 mm×5 mm). In this electrochemical cell, an Ag/AgCl (saturated KCl) and a Pt wire served as reference electrode and counter electrode, respectively. The capacitance performance of the prepared samples was carried out in 1.0 M H_2SO_4 aqueous solution and calculated by

$$Cs,CV = \int I\,(V)\,\Delta V / m \times \Delta V \times \nu \quad (1)$$

$$Cs,GCD = I \times \Delta t / m \times \Delta V \quad (2)$$

where Cs,CV and Cs,CD are the specific capacitances (F/g) performed through CV and CD. ΔV refers to the potential range of the charge and discharge (V); m is the total mass of the samples (g); ν is the scan rate (V s−1); I refers to the capacitive current (A); Δt is the charge/discharge time (s) (Çepni and Öznülüer, 2022).

Chemicals

All the chemicals were of analytical reagent grade, purchased from Sigma-Aldrich and used without any further purification. Double distilled water was used through the experiments.

RESULTS and DISCUSSION

The photograph of the resulting GS is presented in Fig. 2. The GS appears to be ultralight.



Fig. 2. Photographs of ultralight GS.

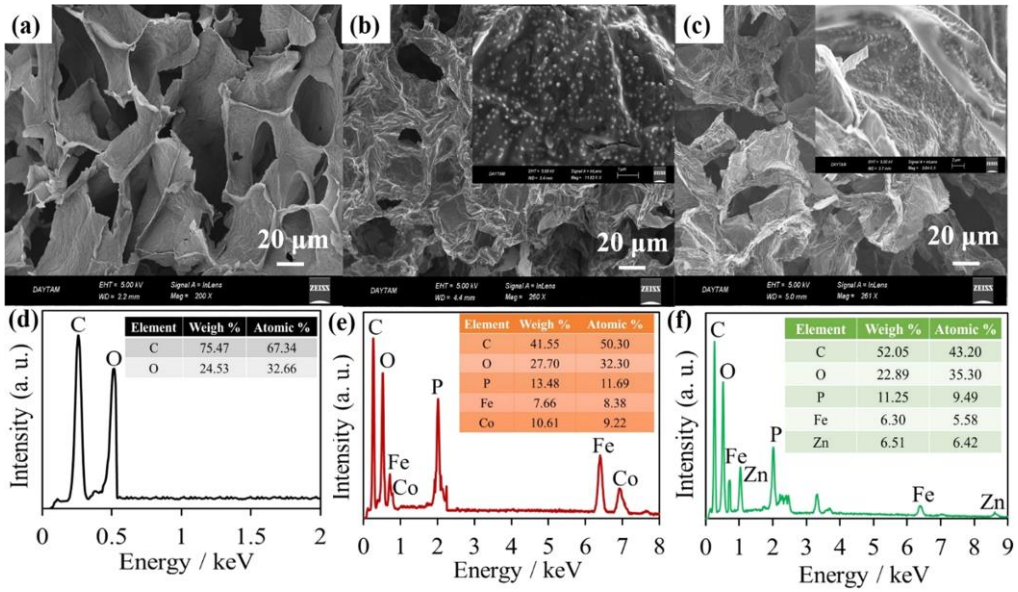


Fig. 3. SEM images of (a) GS, (b) FeCoP/GS, and (c) FeZnP/GS. Inset of b and c, high magnification of corresponding images. EDX spectrum of (d) GS, (e) FeCoP/GS, and (f) FeZnP/GS.

The surface morphologies of the GS, FeCoP/GS, and FeZnP/GS were characterized using SEM, as illustrated in Fig. 3. It can be seen from Fig. 3a, GS has numerous folds and 3D pores formed of graphene sheets, which provides a large specific surface area. Fig. 3b displayed ball-like particles of FeCoP anchored on the graphene sheets of GS. Similarly, FeZnP particles were deposited along the pores of GS in Fig. 3c. The elemental compositions of the samples were identified with the EDX spectra, as shown in Fig. 3d–f. The peaks corresponding to C, O, Fe, Co, Zn, and P were clearly observed confirming the presence of FeCoP/GS and FeZnP/GS particles onto the GS surface.

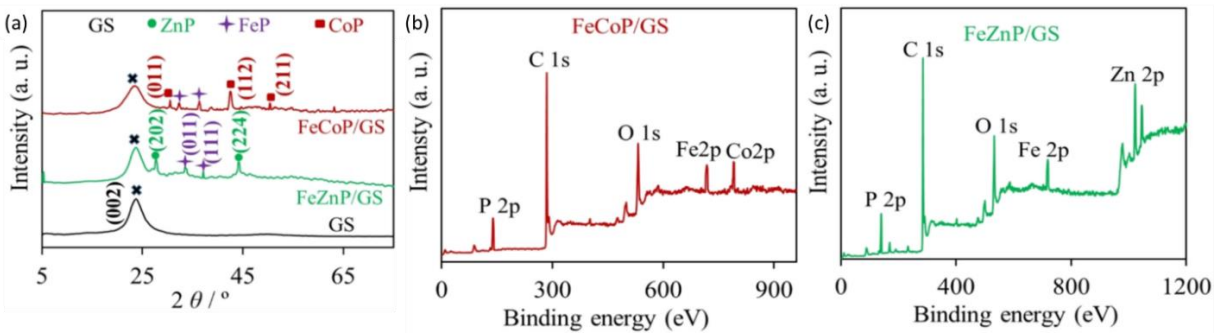


Fig. 4. XRD patterns of GS, FeCoP/GS, and FeZnP/GS and XPS spectra (b) FeCoP/GS, and (c) FeZnP/GS.

The crystal structure and phase confirmation of samples were characterized by using XRD and XPS (Fig. 4). In the XRD patterns of GS in Fig. 4a, a broad peak at 25° correspond to the characteristic crystal diffraction of (002) planes of graphene (JCDPS No:75-1621). The diffraction peaks at 33.8° and 37.2° correspond to (011) and (111) the phase structures of FeP (JCDPS No. 78-1443), while peaks at 30.6°, 42.3°, and 50.5° correspond to (011), (112), and (211) (JCDPS No. 29-0497) the phase structures of CoP, respectively. Similarly, the diffraction peaks at 27.9° and 44.3° corresponding to (202) and (224) phase structures of ZnP (JCDPS No. 01-073-4212) were observed besides the (011) and (111) planes of FeP in XRD patterns of FeZnP/GS. All these diffraction peaks indicated that the GS has successfully modified with the FeCoP/GS and the FeZnP/GS structures.

XPS was employed to further analyze the nature of the samples. Both FeCoP/GS and FeZnP/GS displayed characteristic peaks of C 1s and O 1s, indicating the presence of carbon, and oxygen elements (Fig. 4b and c). Besides these two elements, the existence of iron, cobalt, zinc and phosphorus species can be proved by the survey spectrum of FeCoP/GS and FeZnP/GS in Fig. 4.b and c. The results of the XPS measurements confirmed the formation of FeCoP and FeZnP structures in FeCoP/GS and FeZnP/GS.

The digital camera photograph of the design of the ASCs was presented in Fig. 5a. CVs of asymmetric FeCoP/GS//GS and FeZnP/ GS//GS circuits at different scan rates (Fig. 5b and c) showed that these ASCs present PC behavior due to the fast reversible redox reactions occurring on the electrode surface for charge deposition owing to FeCoP/GS and FeZnP/GS. Fig. 5d and e presented GCD curves of the ASC circuits at different current densities. Higher specific capacitance value was obtained at low current density because the porous structure of sponge electrodes could facilitate the rapid transport of electrolyte ions during the charge/discharge process. The specific capacitances were calculated as 1100, 780 F/ g and 350, 263 F/g at the current density of 1 and 10 A/g for FeCoP/GS//GS and FeZnP/GS//GS, respectively. So, 3D sponges and FeCoP and FeZnP structures can serve as an active material to improve the conductivity of the electrodes, therefore significantly increasing the cycling stability of these ASCs.

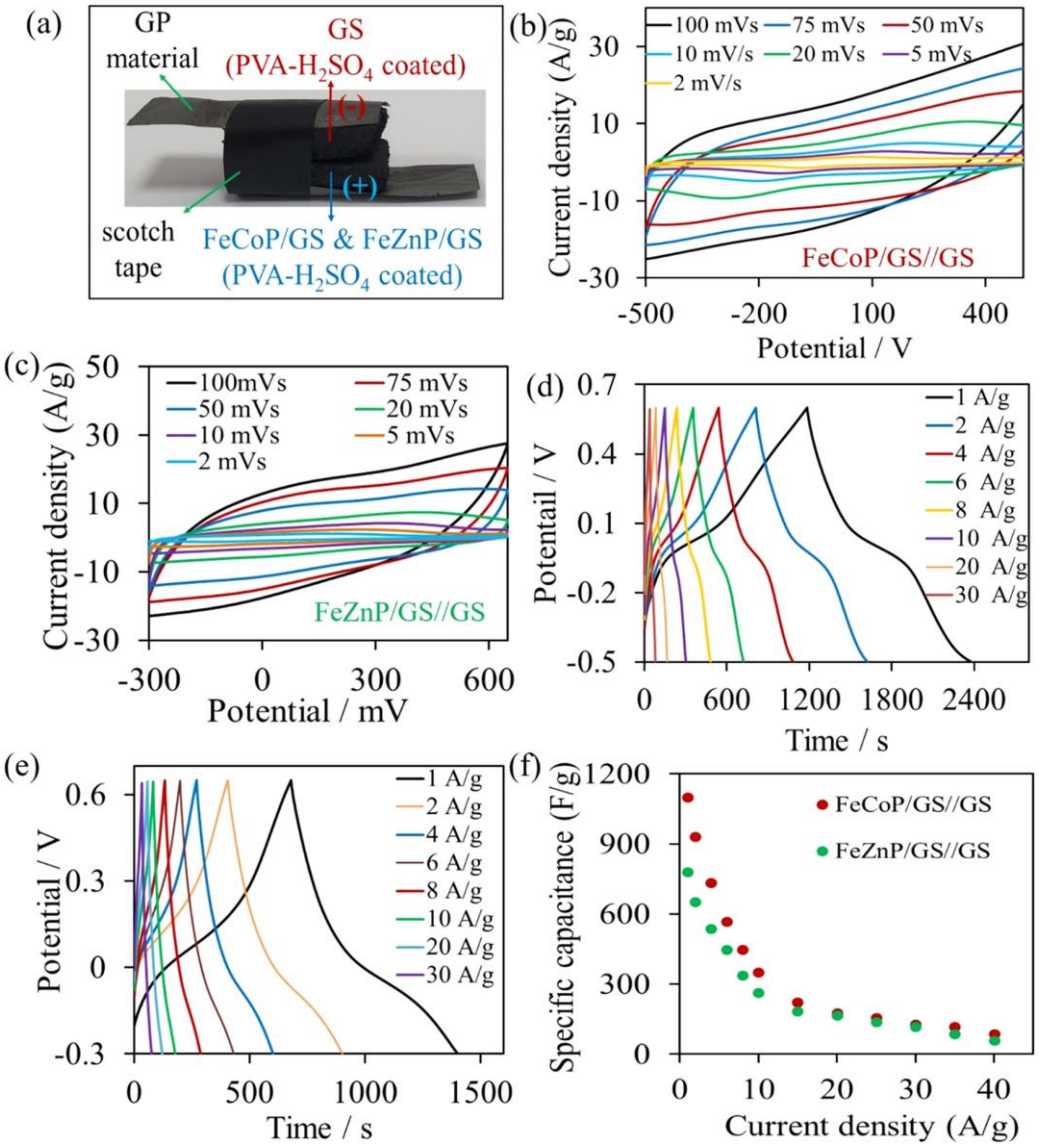


Fig. 5. (a) Digital camera photograph of FeCoP/GS//GS and FeZnP/GS//GS circuits. CV curves of (b) FeCoP/GS//GS and (c) FeZnP/GS//GS at different scan rates. GCD curves of (d) FeCoP/GS//GS and (e) FeZnP/GS//GS at different current densities. (f) The specific capacitance of FeCoP/GS//GS and FeZnP/GS//GS against current density.

CONCLUSION

In summary, novel flexible FeCoP/GS and FeZnP/GS electrodes were successfully prepared by decorating the mechanically durable GSs with binary metal phosphites through electrodeposition following a simple foaming-drying method. The structure of FeCoP and FeZnP particles supported the rapid transfer of ions, while the flexible 3D GS provided an enhanced electroactive surface area. The designed FeCoP/GS//GS and FeZnP/GS//GS ASC devices demonstrated excellent electrochemical performance with energy density of 185 and 98 Wh/kg at power density of 5610 and 3885 W/kg and good cycle stability up to 80 % and 78 % retention after 10.000 cycles, respectively, indicating their promising potential application in high-performance SCs.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) under Project no. 121M221.

REFERENCES

Çepni E, Öznülüer Özer T 2022. Electrochemical deposition of Indium(III) hydroxide nanostructures for novel battery-like capacitive materials. J. Energy Storage, 45.

Dağcı Kıranşan K. Topçu E 2020. Conducting Polymer-Reduced Graphene Oxide Sponge Electrode for

Electrochemical Detection Based on DNA Hybridization. ACS Appl. Nano Mater. 3, 5449-5462.

Erçarıkcı E. Aksu Z. Topçu E. Dağcı Kıranşan K 2022. Design of metal phosphite decorated sponge materials for high-performance flexible battery-type supercapacitors. Int J Energy Res., 1-18.

Erçarıkcı E, Dağcı Kıranşan K, Topçu 2022. Three-Dimensional ZnCo-MOF Modified Graphene Sponge: Flexible Electrode Material for Symmetric Supercapacitor. Energy Fuels, 36, 1735-1745.

Gao R. Yao Y. Zhang X. Wang L 2019. Breaking Trade-Off between Selectivity and Activity of Nickel-Based Hydrogenation Catalysts by Tuning Both Steric Effect and d-Band Center. Adv. Sci. 6, 1–10.

Kovtyukhova N.I 1999. Layer-by-layer assembly of ultrathin composite films from micron-sized graphite oxide sheets and polycations", 1999, Chem. Mater., 11, 771–778.

Kudaş Z. Çepni E. Gür E. Ekinci D 2021. Production of novel carbon nanostructures by electrochemical reduction of polychlorinated organic rings under mild conditions for supercapacitors. New J. Chem., 45 (32), 14765–14778.

Li Y. Jin Z. Zhang L. Fan K 2019. Controllable design of Zn-Ni-P on g-C3N4 for efficient photocatalytic hydrogen production. Chin, J. Catal. 40, 390-402.

Wan L. Chen D. Liu J. Zhang Y. Chen J. Xie M. Du C 2020. In situ grown NiFeP@ $NiCo_2S_4$ nanosheet arrays on carbon cloth for asymmetric supercapacitors. Journal of Power Sources 465, 228293.

Wan L. Wang Y. Zhang Y. Du C. Xie M 2021. FeCoP nanosheets@Ni-Co carbonate hydroxide nanoneedles as free-standing electrode material for hybrid supercapacitors. Chem. Eng. J. 415, 128995.

Yang H. Li Z. Lu B. Gao J. Jin X. Sun G. Zhang G. Zhang P. Qu L 2018. Reconstruction of inherent graphene oxide liquid crystals for large-scale fabrication of structure-intact graphene aerogel bulk toward practical applications. ACS Nano, 12, 11407−11416.

Yang H. Li Z. Lu B. Gao J. Jin X. Sun G. Zhang G. Zhang P. Qu L2018. Reconstruction of inherent graphene oxide liquid crystals for large-scale fabrication of structure-intact graphene aerogel bulk toward practical applications. ACS Nano, 12 (11), 11407-11416.

Zhang X. Hou S, Ding Z. Zhu G. Tang H. Hou Y. Lu T. Pan T 2020. Carbon wrapped CoP hollow spheres for high performance hybrid supercapacitor. J. Alloys Compd. 822, 153578.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Analysis of Electric Distribution Network Losses and Solutions for Loss Reduction in Turkey

Mehmet Emin KÖPRÜ* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0888-3656*),
Metin Aktaş[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4180-4991)

*Ankara Yıldırım Beyazıt University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Energy Systems Engıneerıng, Ankara, Turkey.
[2]Ankara Yıldırım Beyazıt University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Energy Systems Engıneerıng, Ankara, Turkey.

*Corresponding author e-mail: eminkopru@gmail.com

Abstract

Electric energy is used in many aspects of life and the consumption amount of electrical energy has been a significant indicator in terms of industrialization and the development of the counties. Since incorrect and inefficient use of this energy, losses occur in power system from generation to consumer which means there are serious problems in both technical and non-technical losses in the electrical networks. Transmission and distribution (T&D) loss rate in Turkey is around 15% which is much more than OECD members with the rate of 6%. However, large amount of technical losses (TL) and non-technical losses (NTL) come from distribution network that accounts for around 12%. İn this paper, an overview of the distribution losses and efficiency of distribution system in Turkey is evaluated. 7 selected loss reduction approaches based on technical analysis and successful experiences in different countries, in addition a remote monitoring system design is presented to decrease loss and thefts can be the key solutions for increasing energy efficiency in the Turkish distribution network.

Keywords: Loss reduction, Theft, Efficiency, Distribution network.

INTRODUCTION

Global electricity demand has grown rapidly over the last decades due to the economical and technological developments. Electricity is using in many aspects of daily life and becomes more important because electricity spreads to new end-uses, such as electric vehicles and heat pumps. The electricity is a secondary energy source and produced by primary sources of energy such as, oil, natural gas, hydro, nuclear, solar, coal and wind energy. As of 2019, the annual gross production of electricity was dominated by fossil fuels (including coal, natural gas and oil) contribute 63% of global electricity generation. It is continuously increasing the importance of renewable energy sources for the future of the countries by the reason of the limited fossil fuels and reduction of CO2 with a greater respect for the environment. Since electrical energy is a type of energy obtained from the conversion of other energy sources, losses occur in the generation, transmission, distribution and consumption stages due to the incorrect and inefficient use of this energy, and these losses also affect other energy sources[1, 2].

The electrical system consists of the generation, transmission and distribution systems has a large network of power generating plants which connected to the consumer loads. One of the main objective of electric grid is to conduct the necessary generating capacity to meet with the demand in the presence of planned and unplanned outages and unexpected variations in the grid load. Another important objective is the convenient transmission network in order to transfer the energy to load centers from generated electricity. Eventually, sophisticated distribution network is required in order to suply the available energy to the consumers from the load centers.

In a power system, the electricity is generated in production centers at voltages of several kilovolts from 6 to 20 kV and production centers transform this power to voltages of hundred of kilovolts as common values of relatively common values 66, 132, , 138, 154, 220, 230, 345, 380, 400, 500 and 700 kV to perform long

distance transmission over electric lines to the areas where consumption is most required. In a power system, a typical structure of electric grid including subsystems is shown in Figure 1. Raise of the voltage levels is required for transmitting of electric power over long distances in large amounts, Transmission lines are interconnected at communication nodes called as substations and lower voltages transformed from the substations and feed local distribution grids which deliver electricity to consumers at less hazardous voltages [3].

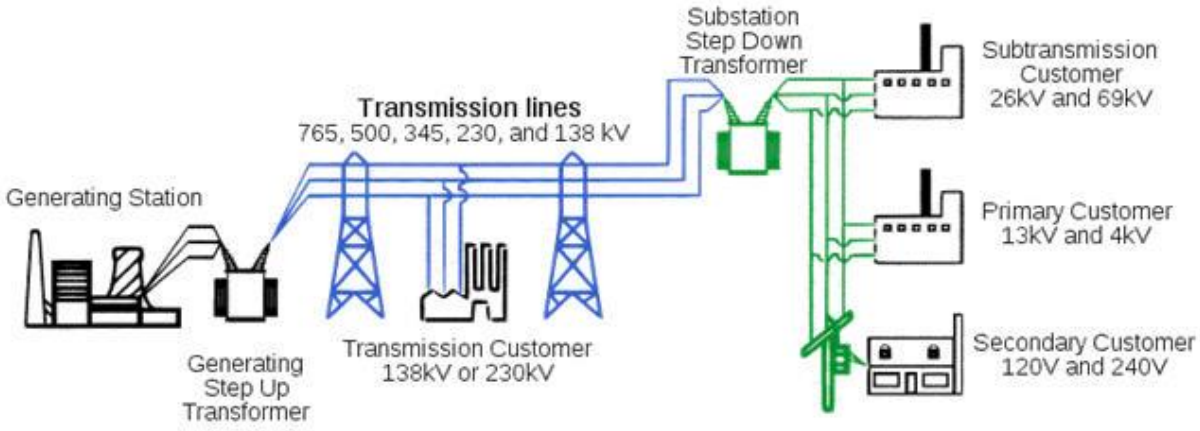


Figure 1. Typical schematic of electric network [20].

Losses occur in all processes of the power system from production to the consumer. They are defined as the energy produced but not commercialized and are identified as TL such as heat or copper losses, magnetic losses, or transformation losses and NTL in other words, commercial losses, metering failures and thefts. Three types of energy losses which are known as joule effect, magnetic loss, and the dielectric effect occur in transformers and cables during the T&D of electrical energy. The major part of losses occurs in transformers and lines come from joule effect. Furthermore, the joule effect losses have about 2,5% in transmission cables while there is a range between 1% and 2% losses in transformers which depends on the transformer type and ratings. For instance, in a power plant there is a 1000 megawatts (MW) produced energy, there will be minimum 10 MW transmission to consumers and we can supply 1000 - 2000 more homes with the same energy [9].

Some different studies have been found in the literature on losses in electrical distribution network. It was emphasized about the role of distributed generation to reduce technical loss and smart meters to reduce non-technical loss in increasing energy efficiency of transmission and distribution grid in Turkey [4]. A district in Ankara was determined as the sample residential area and distribution system losses were evaluated [5]. Alternative designs of underground and overhead systems in a distribution network were compared and suggested the implementation of underground systems [6]. Overview of T&D Losses in Pakistan [7]. Cost and benefits of every stage and application of approaches was determined according to the application of 7 selected approaches of loss reduction based on studies carried out in Iran, USA, and Canada [8]. For greater energy efficiency, it was emphasized the importance of standardizing the transmission and distribution of electricity [9]. The study illustrates various cases, issues and setbacks in the design, development, deployment, operation, and maintenance of electricity theft controlling devices in the perspective of defining electricity theft in social, economical, regional, political, literacy, criminal, and corruption [10]. It was shown that geographical conditions to reduce technical losses in the network directly affect efficiency and operating costs [11]. The use of measurement-based data in the design of the electricity distribution network allows to reduce investment costs and reduce electrical energy losses was analysed [12]. A review study on solutions for detection of non-technical losses in the electricity grid [13].

MATERIALS AND METHODS

In this paper, the main contributions are analysing the existing solutions for the TLs and NTLs in a systematic way and providing solution methods to reduce distribution network losses in Turkey. The first step included the theoretical contextualization of research related to electrical system from generation to consumer including transmission and distribution system. Second step presents the aspects to be considered in the analysis and definition of technical and non-technical electrical energy losses. Then identifying the leading published

researches, regulations and legislation in Turkey related to distribution system and evaluating the efficiency of Turkish distribution system. Eventually, the application of selected approaches of loss reduction based on technical analysis and successful experiences in different countries, in addition a remote monitoring system design is presented due to benefits with considering current status of Turkish distribution system.

LOSSES

Losses describes the energy efficiency among production and consumers of the power network including transmission and distribution. Loss percentages almost 50% in distribution are generally higher than transmission losses with the share about 17% due to the lower current results by higher voltages in transmission and this shows that the weakest link in the entire power sector is considered as distribution sector [23]. Losses can be categorized by dividing them into TLs and NTLs and TLs of the system can be examined under fixed and variable losses.

Technical Losses

Hysteresis and eddy current losses in the cores of transformers, leakage current losses in overhead line insulators and dielectric losses in cables are fixed technical losses that depend on system quality and increases in proportion to the square of the voltage, regardless of the load flow. TLs depend on the grid characteristics and the mode of operation, which accounts for 22,5%. Distribution losses have the large amount of losses in the power system compared to transmission losses that have only about 30%. These figure out that distribution system including primary and secondary subsystems in the entire system should be properly planned [23].

On the other hand, variable TLs are losses proportional to the resistance of the relevant section and square of the current. In addition, the distance from the source of production and demographic structure are other important factors that increase costs and losses. Variable losses have amount between 2/3 and 3/4 of technical losses on distribution network [23]. For decreasing losses, cross sectional area of cables are required to be increased.

The main reasons of distributions system TLs are:

1. Lengthy distribution lines and inadequate size of conductors of distribution lines.
2. Installation of distribution transformers away from load centers.
3. Low power factor of primary and secondary distribution systems due to high impedance.
4. Low quality of works.
5. Transformer sizing and selection switching off transformers [18].

Non-Technical Losses

NTLs occur when electricity is effectively distributed by the supplier but not paid by end users. These losses are at 16.6%, and include components such as billing of customer energy consumption, lack of administration, defective meter and error in meter reading, financial constraints and estimating unmetered supply of energy as well as energy thefts. Main reasons for NTLs are as fallows; power metering inaccuracies, unmetered losses for very small load, theft, unmetered supply and error in meter reading [18].

ENERGY EFFICIENCY OF TURKEY'S DISTRIBUTION NETWORK

Electricity is the third-largest energy source in total final consumption after oil and gas with demand increasing across all sectors in Turkey [17]. At the end of 2021, Turkish electricity installed power capacity was 99.819,6 MW with an increase of 4,1% compared to the previous year [22]. The consumption of annual gross electricity in Turkey increased by 8,74% to 332,9 TWh, compared to the previous year as of 2021. In electricity generation in 2021, the shares of resources come from as follows: Coal: 30.9%, Natural gas: 33,2 %, Hydropower: 16,7%, Wind: 9,4%, Solar: 4,2%, Geothermal: 3,2 %, Other Sources: 2,4% [21]. The incorrect and inefficient use of this electrical energy causes losses in all stages of the production, transmission, distribution and consumption

since electrical energy is obtained from other energy sources, and these losses also affect other energy sources. The reduction of losses lies entirely in determining the causes of the losses and how they are distributed at each stage of the system.

The average values of power losses at the different steps in a typical power network are as follows; 1-2% in step up transformers, 2-4% in transmission lines, 1-2% in step down transformers from transmission line to distribution network and 4-6% losses in distribution network transformers and cables. Total system losses occur from generation to end-use custom during the transmission and distribution of electricity, typically range between 7% -10% in developed countries [18] while in recent years they are almost 15% losses in Turkey which are more than not only developed countries but also World average value of about 8% losses as shown below Figure 2 from 1971 to 2014 according to World Bank analysis [19].

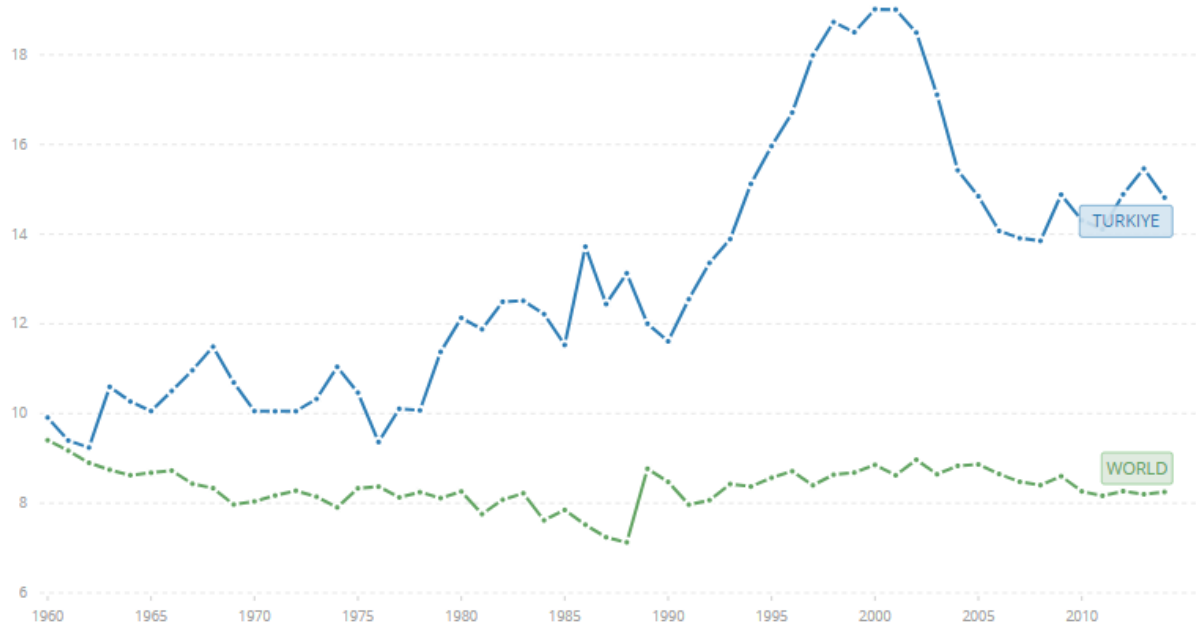


Figure 2. Percentage of T&D losses in Turkey & World [19}.

By the end of 2021, the major part of transformer centers in the transmission system operate at 154 kV voltage level. There are 1.245 substations, 737 of which are owned by Turkish Electricity Transmission Company (TEİAŞ) and 508 are privately owned. Transformer capacity was reached to 249.050 MVA. Of this capacity, 207.516 MVA is owned by TEİAŞ and remaining 41.534 MVA is in private ownership [15]. 065.75% of the total 72.272 km transmission lines consist of 154 kV lines. Almost all of the remaining part is 380 kV however voltage levels of 220 kV and 66 kV lines are only 99,03 km. Load flows, demand, temperature and investments are the factors affecting he transmission system loss and the transmission system loss rate in Turkey was 1,94% in 2020, it became 1,89% in 2021 [15].
In the distribution system, low voltage (0-1 kV) and medium voltage (1-36 kV) networks can be found in different structures in different countries. In the distribution system of Turkey, the low voltage (LV) level is 400 V between phases and 230 V between phases and neutral, the system frequency is 50 Hz as well. Nominal voltages of 6,3 kV, 10,5 kV, 15,8 kV, 31,5 kV, 33 kV and 34,5 kV are used in the medium voltage (MV) network in Turkey [16].

The distribution activities for voltages of 36 kV and lower are carried out through the 21 electricity distribution companies and distribution-licensed industrial zones. Turkish Electricity Distribution Company (TEDAŞ) owns the distribution facilities whose operating rights are in distribution companies. The total length of distribution lines is 1.363.320 km, 77,97% consists of overhead lines with the length 1.062.990 km and the rest 300.329 km was underground lines by the end of 2021. This shows that the distribution lines are vulnerable to external conditions. The average national technical and non-technical loss level is around 12%, though the actual levels vary between distribution regions [15].

As of 2021, the total number of consumers using the distribution system increased by 2,67% compared to the previous year and reached 47.311.976 and the total invoiced consumption amount in the regions of the distribution companies was 189,27 TWh and there were 508.880 transformers. Billed consumption by type of consumer, industrial consumption has the highest share with 44,09%, commercial consumption is in the second place with 24,25% and residential consumption is in the third place with 24,24%. The total electricity consumption used in lighting and agricultural irrigation was 7,42% [15].

The loss rates in the distribution network are targeted by Energy Market Regulatory Board (EMRA). Loss and theft rates in some distribution regions, high levels are observed as shown in Table 1.

Table 1. 2021 Loss rates of distribution companies (%) [15].

Distribution Company	Actual Loss Rate	Target Loss Rate	Distribution Company	Actual Loss Rate	Target Loss Rate
ADM	6,18%	6,49%	**AYEDAŞ**	6,22%	6,62%
AKDENİZ	7,67%	6,80%	**KAYSERİ**	6,56%	6,90%
AKEDAŞ	5,62%	6,67%	**MERAM**	5,76%	6,86%
ARAS	20,08%	22,53%	**OSMANGAZİ**	6,91%	7,08%
BAŞKENT	6,69%	6,76%	**SAKARYA**	5,95%	6,90%
BOĞAZİÇİ	7,23%	7,30%	**TOROSLAR**	11,65%	11,43%
ÇAMLIBEL	5,42%	6,49%	**TRAKYA**	5,31%	6,08%
ÇORUH	6,80%	7,62%	**ULUDAĞ**	5,23%	5,94%
DİCLE	46,19%	55,36%	**VANGÖLÜ**	38,07%	48,48%
FIRAT	9,34%	10,19%	**YEŞİLIRMAK**	6,89%	7,45%
GDZ	6,36%	7,32%			

LOSS REDUCTION APPROACHES

Losses in the distribution of electricity cannot be totally eliminated, but it is possible to minimize losses by a proper planning of the distribution systems to ensure that power remain within limits. When 21 distribution companies are compared on a technical component basis, it has been observed that their levels are different from each other because of economic and regional conditions and loss rates of some distribution companies have high rates as shown in Table 1. The current applications of selected loss reduction approaches and a remote monitoring system design should be carried out carefully by each distribution company, taking into account their own planning and needs.

Balancıng 3 Phase Loads

Balancing current along three phase circuits and feeders is an easy way to save efficiency by reducing losses in the distribution system such that efficiency decreases, circuit breaker trips and useful life of equipment reduces are the results of an unbalanced system. Balancing feeders has a considerable value which can be achieved by preparing instructions, appropriate design and continuous monitoring. On the other hand, periodically three phase load balancing has an impact on cost effective loss reduction throughout a network that can be done relatively easily on overhead networks [18].

Rebalancıng Length of LV and MV Lıne

It is possible that large consumer gets direct power line from feeder due to design of the distribution network. Many distribution pockets of low voltage (400V) in town are surrounded by higher voltage feeders. More conductor current flows for the same power delivered, resulting in higher I^2R losses at this lower voltage [18]. In 2020, the ratio of MV network size to LV was equal to 0.69 since MV line has a length of 486.886,2 km and LV length is 707.881,1 km according to TEDAŞ as shown in Table 2 [16]. Based on economic studies,

this ratio is suggested to be 2 [8]. Therefore, the length of 44% of LV feeders should be reduced due to approach of increasing MV and decreasing LV networks [18].

Table 2. 2020 Distribution network line lengths (km) [16].

VOLTAGE LEVELS	OVERHEAD LINES	UNDERGROUND LINES	TOTAL LENGTH
33 kV	391.778,3	67.484,9	459.263,
15,8 kV	17.770,0	3.137,7	20.907,7 4
10,5 kV	144,4	3.988,7	4.133,1
6,3 kV	1.636,1	936,3	2.572,4
OTHERS	9,7	0,1	9,9
MV TOTAL	411.338,5	75.547,7	486.886,2
0,4 kV	553.218,1 9	154.663,0	707.881,1
TOTAL	964.556,5	230.210,8	1.194.767,3

Improving Transformers Efficiency

High efficiency distribution transformers can make a large impact on reduction of distribution losses since transformers are responsible for almost half of network losses. Distribution losses increases in the case of overloading of distribution feeders. It has been suggested that optimal average utilization rate of cables in the distribution network should be as low as 30% of its maximum capacity if the cost of losses is taken into account [18].

Increasing Underground and Decreasing Overhead Lines

Overhead lines are 77,97% of the total 1.363.320 km distribution lines, and the share of underground lines is 22,03% by the end of 2021 [15]. This shows that the distribution lines are vulnerable to external conditions such as natural disasters, climate, or human. Particularly, heavy rains and heavy winds can directly or indirectly cause damage to the distribution lines. Overhead system is more advantageous in terms of cost compared to the underground system, but there is about 3 times more losses on an annual basis compared to the underground system. Although the installation of the overhead system is easier and more affordable, it is known that it is more dangerous than the underground system. It should be preferred to install underground systems because it is dangerous to draw energy illegally from overhead systems, more losses occur, and visual pollution. Thus, the illegal use of energy by people will be partially prevented [6].

Reactive Power Compensation

Reactive power is the form of power that flows back to network from a destination and it is essential due to supporting real power in the power grids. Reactive Power Compensation (RPC) or VAR has two main issues which are described as load compensation and voltage support, aims to enhance the performance of power in the grid. To keep the inductive reactive power demand by the loads below the legal limits is done for purposes such as increasing the active power usage capacity by reducing the reactive energy demands. With RPC the reactive power demands from the grid is provided by another reactive power generator, thus reducing the apparent power demands from the grid. Compensation is done at load side by generating reactive power and has contributions especially compensating voltage regulation, balancing real power, correcting power factor and eliminating the harmonic current components drawn by nonlinear loads. However, voltage support provides voltage fluctuation reduces at bus for bringing energy to grids. The end user problems due to the

power quality problems is solving by load compensation and voltage support, in terms of power quality, real power balance and harmonic current elimination in the distribution side [24].

Due to increase of reactive power demand in the distribution system causes increases in I^2R and I^2X losses related to serious current flow increment. The power losses can be reduced which are produced by reactive currents, by installing power devices and capacitors into the grid. Furthermore, the power loss reduction is important especially in increasing line loading capacity, decreasing sag problems and reducing heat effect [24].

Advanced Metering System

Smart meter systems are remotely connected between the measurement systems at energy consumption points and the central data system, consisting of hardware, software and communication infrastructures can reliably and securely communicate the data back to the local utility for monitoring and billing purposes. Smart meter systems, according to one-way and two-way communications are handled in a separate topology and are named differently. Advanced Metering Infrastructure (AMI), enables two-way communication between the meter and the supplier, collects meter data as well as giving possibility to technologic applications by commanding such as remote power cuts can be done by using meters cut-off feature while Automatic Meter Reading Systems using in Turkey, communication is one-way, only transmits obtained data to the central system [25]. Since Smart meter investments makes electricity consumption more visible and provide control. It helps to save energy, reduces NTLs by increasing the penetration of smart meters, minimize errors in billing and allows labor costs to be lowered [4].

Distributed Generation

In the literature, there are different terms of Distributed Generation (DG) such as embedded generation, decentralised generation and dispersed generation. DG describes the generation of electricity for use near or on-site such as PV panels and connects distribution network, instead of delivering energy from a centralized plant and supplies clean power related to usage of large scale renewable energy sources including biogas, geothermal hydro, solar, biomass and wind energy. DG provides a reliable electrical energy to the consumer due to its proximity to the consumption center while reducing costs and losses of distribution lines by considering location and capacity of DG [26].

Loss and Theft Detection System in Overhead Lines

An application design has been planned to carry out to read the currents remotely over the electric distribution system and to detect loss and thefts in overhead lines. Receiver and transmitter modules will be placed on the overhead lines and the last receiver module will be placed in the area where remote monitoring system will be performed. Thus, a safe remote measuring system will be provided without the need for external hardware and extra wiring. A self energized hardware including a microcontroller will be installed separately on each phase between poles which is symbolized in red colour box as shown in Figure 3.

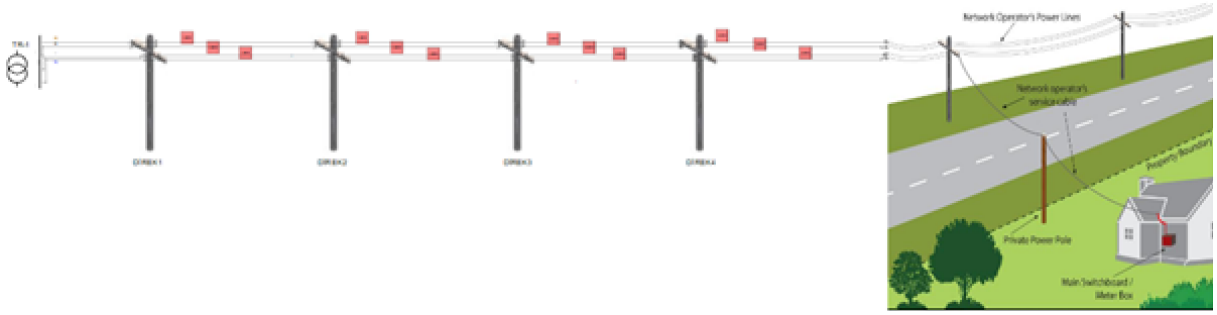


Figure 3. Typical schematic of loss and theft detection system in overhead lines.

The current values will be collected in the microcontrollers which have receiver and transmitter modules and each phase data will be transferred to next pole via radio frequencies (RF). Eventually, all current values will be taken by the receiver microcontroller which will be located in the remote monitoring system point and transfer to the workstation via USB.

These values will be displayed in the object oriented interface program in line with the determined algorithm. The currents passing through the phases of each pole will be read and compared via the interface program, and the detection of losses and thefts on a point basis will be provided in real time and instantaneously. The system will have significant effect in the distribution system for reducing loss and thefts.

CONCLUSION

The major amount of TLs and NTLs in a power system exists in distribution network and represent a significant fraction in terms of power quality, financial issues, network structure, and which cause damage to the electricity sector and legal consumers. Turkish distribution network loss rate is much more than OECD members and this paper finds that losses can be decreased from current level to lower levels by proper investments. By considering Turkish distribution system, 7 selected loss reduction approaches based on technical analysis and successful experiences in different countries, and a remote monitoring system design is suggested to be implement as a key solution in order to increase energy efficiency by reducing loss and thefts.

REFERENCES

[1] International Energy Agency 2022. World Energy Outlook 2022. https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022.pdf
[2] International Energy Agency 2019. World gross electricity production by source. https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-gross-electricity-production-by-source-2019
[3] Arriaga I, Rudnik H, Rivier M 2008. Electric Energy Systems. An Overview.
[4] Düzgün B 2018. An Assessment of Transmission and Distribution Grid Efficiency in Turkey with Projections to 2023. Journal of Polytechnic.
[5] Özel K 2006. Losses in Electric Distribution Systems. M. Sc. Thesis, Middle East Technical University, Natural and Applied Science, Ankara-Turkey.
[6] Yaşar C, Aslan Y, & Biçer T 2010. Bir Dağitim Tranformatörü Bölgesindeki Kayiplarin İncelenmesi. Dumlupınar Universitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Kütahya-Turkey.
[7] Bhatti SS et al., 2015. Electric Power Transmission and Distribution Losses Overview and Minimization in Pakistan. International Journal of Scientific & Engineering Research.
[8] Arefi A, Haghifam M, Yavartalab A, Olamaei J and Keshtkar H 2011. Loss reduction planning in electric distribution networks of IRAN until 2025. 16th Electrical Power Distribution Conference.
[9] IEC (International Electrotechnical Commission) 2007. Efficient electrical energy transmission and distribution.
[10] Depuru S, Wang L and Devabhaktuni V 2011. Electricity theft: overview, ıssues, prevention and a smart meter based approach to control theft. Energy Policy 39: 1007-1015.
[11] Neme C and Sedano R 2012. US Experience with Efficiency As a Transmission and Distribution System Resource. The Regulatory Assistance Project (RAP).
[12] Konar E 2021. Dağıtım Şebekesinde Ölçüme Dayali Tasarim Kriterlerinin Belirlenmesi. M. Sc. Thesis, Necmettin Erbakan University, Institute of Science, Konya-Turkey.
[13] Viegas JL, Esteves PR, Melicio R., Mendes, VMF & Vieira SM 2017. Solutions for detection of non-technical losses in the electricity grid: a review. Renewable & Sustainable Energy Reviews, Lisbon-Portugual,
[14] Onat N 2018. Electricity Theft Problem and Effects of Privatization Policies on Distribution Losses of Turkey. Celal Bayar University Journal of Science, Manisa-Turkey.
[15] Republic Of Turkey Energy Market Regulatory Authority (EPDK) 2022. Electricity Market Sector Report 2021, Ankara.
[16] Turkish Electricity Distribution Corporation (TEDAŞ) 2022. Turkey Electricity Distribution Sector Report. Ankara.
[17] International Energy Agency 2022. Turkey 2021 Energy Policy Review.
[18] European Union 2016. Sustainable Energy Handbook Module 5.5 Grid Loss Reduction.

[19] The World Bank 2022. Electric power transmission and distribution losses (% of output) - Turkiye, World. https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.LOSS.ZS?locations=TR-1W
[20] Chisholm Institute 2010. Design overhead distribution systems.
[21] Ministry of Energy and Natural Resources 2022. Electricity. https://enerji.gov.tr/infobank-energy-electricity
[22] Turkish Electricity Transmission Corporation (TEİAŞ) 2022. 2021 Yılı Faaliyet Raporu.
[23] Jignesh P 2013. Electrical Notes. Revision-9.1. www.electricalnotes.wordpress.com.
[24] Ismail B et al 2020. A Comprehensive Review on Optimal Location and Sizing of Reactive Power Compensation Using Hybrid-Based Approaches for Power Loss Reduction, Voltage Stability Improvement, Voltage Profile Enhancement and Loadability Enhancement. IEEE Access, Vol 8, Pp 222733-222765.
[25] Deloitte 2015. Akıllı Sayaç Sistemleri Avrupa uygulamaları analizi ve Türkiye uygulamaları üzerine düşünceler. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/energy-resources/ak%C4%B1ll%C4%B1-sayac-sistemleri.pdf
[26] Samala R, Kotapuri M 2018. Power loss reduction using distributed generation. Modelling, Measurement and Control A, Vol. 91, No. 3, pp. 104-113.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Design of a fourth order inverse Pascal filter using operational transresistance amplifiers

Atilla Uygur* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5220-5188*)

*Gebze Technical University, Faculty of Engineering, Electronics Engineering Department, Kocaeli, Turkey.

*Corresponding author e-mail: auygur@gtu.edu.tr

Abstract

This paper presents an implementation of an inverse Pascal filter. In relative to conventional filter approximating methods, such as Butterworth and Chebyshev, Pascal filters that are based on Pascal polynomials are recently discovered and their suitability for analog filtering has been shown in the literature. On the other hand, inverse Pascal filters, which can be generated by using normal Pascal filters, are not fully investigated. Moreover, to the best knowledge of the author, the literature is lacking their actual circuit realizations with active analog blocks. Therefore, in this study, a fourth order inverse Pascal filter is designed with operational transresistance amplifiers (OTRAs) as the active blocks. General theory of Pascal filters and inverse Pascal filters have been supplied in the paper. Their features have been discussed. To validate the presented theory, OTRA blocks, realized by commercially available off the shelf integrated circuits, and the overall filtering circuit has been simulated using SPICE program. Corresponding simulation results are accompanied with the figures. According to the results, it is found that the filter circuit including OTRA blocks is suitable for the realization of the fourth order inverse Pascal filter approximation, and it can be used as a promising alternative to standard analog filtering methods.

Keywords: Analog filters, Pascal filters, Inverse Pascal Filters, OTRA

INTRODUCTION

Analog filtering is a very important part of analog signal processing which is used for shaping the frequency response of a circuit according to some predefined specifications. Although digital approaches mainly dominate today's signal processing applications, even in digital hardware, it is possible to find some form of analog circuitry to interface with the analog world (Van Valkenburg, 2001). Furthermore, increasing demand for low power consumption will lead to more widespread usage of power efficient analog hardware and increase the necessity of analog circuits. Even archaic analog computing has about to complete its comeback for specified circuitry such as deep learning hardware (Haensch et al, 2019).

The ideal analog filter cannot be realized, and therefore, the approximations are necessary. Butterworth, Chebyshev and Cauer are some of the well-known approximation methods for which numerous realizations are available in the literature (Van Valkenburg, 2001), (Deliyannis et al, 1993). One recent and promising approximation method, Pascal filters, based on Pascal polynomials, have been presented in (Goodman and Aburdine, 2008). Later, the information about these filters have been extended in some papers (Dimopoulos, 2007), (Dimopoulos, 2012a) to enrich the literature. Similar to inverse Chebyshev filters, their inverse approximations have been shown and the design methods with several tables have been demonstrated in (Dimopoulos, 2012b). However, as far as the author know, the actual circuit realizations using analog active blocks are not available, that is also the motivation for this study. The paper is organized as follows. First, Pascal polynomials and the necessary modifications to them for realizing analog filters is discussed. Second, the method for inverse filtering is described for Pascal filters. Then, the OTRA block has been given with its defining equations. The actual design employing commercially available AD844 ICs has been presented with SPICE simulation results. Corresponding figures are supplied and the comparisons to the ideal response have been made with related discussion. Finally, the results have been summarized in the conclusion section.

PASCAL FILTERS

The general equation for all pole analog filter approximations is given in Eq. (1) where $T(j\omega)$ is the filter transfer function given by using $s=j\omega$ and ε is used for the ripple factor. The $K(j\omega)$ function is called as the characteristic function of the approximation and according to the type of the polynomials used, it generally

determines the name of the filter. For instance, Chebyshev filters use Chebyshev polynomials as in the place of characteristic function.

$$|T(j\omega)|^2 = \frac{1}{1+\varepsilon^2|K(j\omega)|^2} \quad (1)$$

For Pascal filters, similarly Pascal polynomials are used in the place of the characteristic equation (Goodman and Aburdine, 2008). Pascal polynomials of a degree n can be written as

$$P_n(x) = (-1)^n(n!)^{-1}x(x-1)(x-2)\dots(x-n+1) \quad (2)$$

These polynomials need to be modified, or in other words, to be shifted for analog filtering applications by changing x with x+(n-1)/2 as shown in Eq. (3)

$$P_n(x) = (-1)^n(n!)^{-1}(x+\tfrac{n-1}{2})\left(x+\tfrac{n-1}{2}-1\right)\left(x+\tfrac{n-1}{2}-2\right)\dots\left(x+\tfrac{-n+1}{2}\right) \quad (3)$$

After aforementioned modifications, a few of the low order Pascal polynomials are obtained as given in Table 1.

Table 1. The shifted Pascal polynomials

n = 0	$P_0(x) = 1$
n = 1	$P_1(x) = -x$
n = 2	$P_2(x) = \frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{8}$
n = 3	$P_3(x) = -\frac{1}{6}x^3 + \frac{1}{6}x$
n = 4	$P_4(x) = \frac{1}{24}x^4 - \frac{5}{48}x^2 + \frac{3}{128}$

They are written in a more compact form as in Eq. (4).

$$P_n(x) = (-1)^n(n!)^{-1}\prod_{k=1}^{n}(x+\tfrac{n-1}{2}-k+1) \quad (4)$$

The shifted polynomials can also be scaled appropriately, and they can be further modified to "filter-appropriate" form. Additional details can be found in (Dimopoulos, 2012b).

The plots of some of these polynomials for up to fourth degree are also shown in Figure 1. As seen from the figure, for large values of x, polynomials quickly get large values with increasing order of the degree n but they have relatively small values for small x.

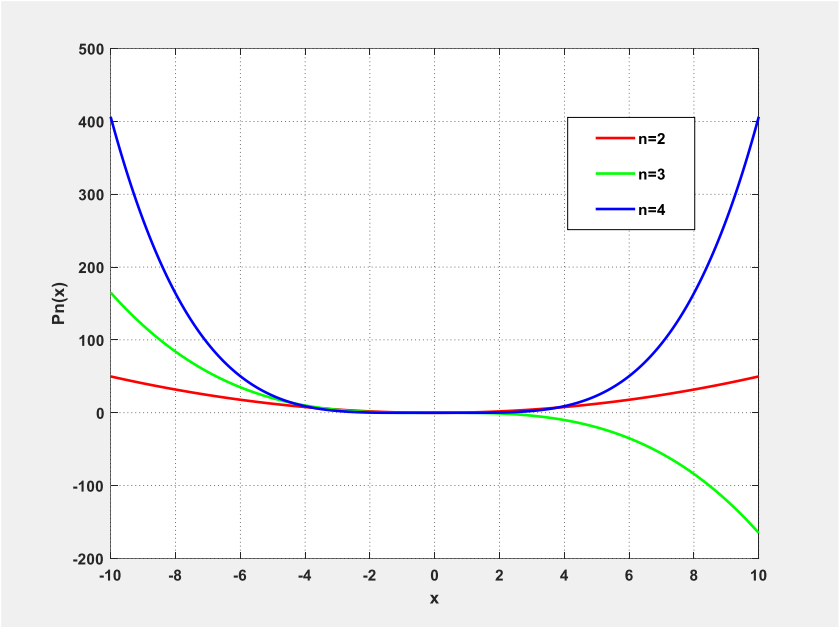


Figure 1. The shifted Pascal polynomials for the degree n = 2, 3, 4

INVERSE PASCAL FILTERS

Inverse filtering might be done in a few steps if the transfer function in Eq. (1) for a specific approximation is known (Corral, 2005). First, the magnitude squared function is subtracted from unity as in Eq. (5)

$$1 - |T(j\omega)|^2 = \frac{\varepsilon^2|K(j\omega)|^2}{1+\varepsilon^2|K(j\omega)|^2} = \frac{1}{1+[\varepsilon^2|K(j\omega)|^2]^{-1}} \tag{5}$$

Then, frequency variable is inverted as $\omega \rightarrow 1/\omega$ and this results in the inverse filter given in Eq. (6)

$$|T_{inv}(j\omega)|^2 = \frac{1}{1+\left[\varepsilon^2\left|K\left(j\left(\frac{1}{\omega}\right)\right)\right|^2\right]^{-1}} \tag{6}$$

Similar method was used in (Dimopoulos, 2012b) for inverse Pascal filter which is used for the approximation in this study. One importing thing to mention here, and for disambiguation, is the existence of another type of inverse filters in the literature. Those filters are used to compensate the distortions of signals caused due to the frequency response of the overall system by behaving exactly reciprocal to it. However, this is clearly different from the inverse filtering terminology used here. For further information about the subject, the reader is encouraged to look at the reference, (Senani, et al. 2022).

THE FOURTH ORDER INVERSE PASCAL FILTER EMPLOYING OTRAs

Operational transresistance amplifier (OTRA) is a versatile analog active building block. Its defining equations are given in Eq. (7) in matrix form where Rm is the transresistance and for ideal operation, it should be infinite which, forces the input currents to become equal (Cakir et al, 2005) Its circuit symbol is given in Figure 2.

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ Rm & -Rm & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_z \end{bmatrix} \tag{7}$$

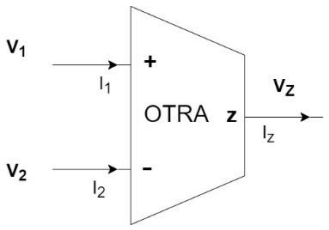


Figure 2. OTRA circuit symbol

Using two commercial AD844 IC as shown in (Pandey et al, 2014), it is possible realize OTRA block for actual circuit realizations. In this study, to realize the fourth order inverse Pascal filter, the circuit topology in (Chang and Swamy, 2013) is used. The circuit is shown in Figure 3. The circuit was actually proposed for a fourth order Cauer filter in (Chang and Swamy, 2013) but it is possible to use it for an inverse Pascal filter with changing the transfer function parameters and adjusting the matching conditions accordingly.

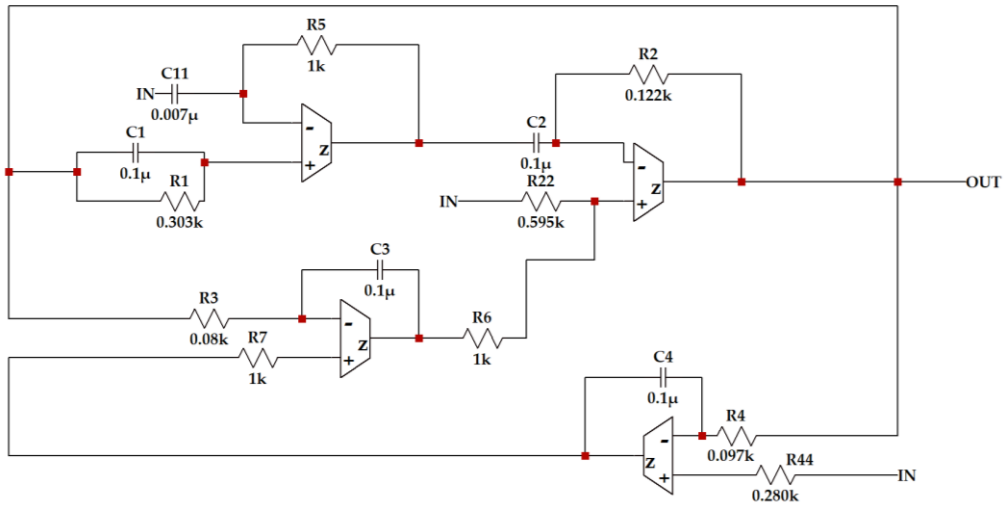


Figure 3. The fourth order inverse Pascal filter

The transfer function in Eq. (8), which is given in (Dimopoulos, 2012b), is a transition band optimized fourth order inverse Pascal filter approximation with the design specifications α_{max} = 1.0 dB and α_{min} = 18.0 dB. For the actual circuit application, it has been frequency scaled suitably.

$$T(s) = \frac{0.0712013\,s^4 + 1.68045\,s^2 + 3.56949}{s^4 + 3.29847\,s^3 + 8.17311\,s^2 + 12.3464\,s + 10.3261} \tag{8}$$

The passive element values are calculated according to relations in (Chang and Swamy, 2013). The SPICE simulation result for the frequency response is given in Figure 4.

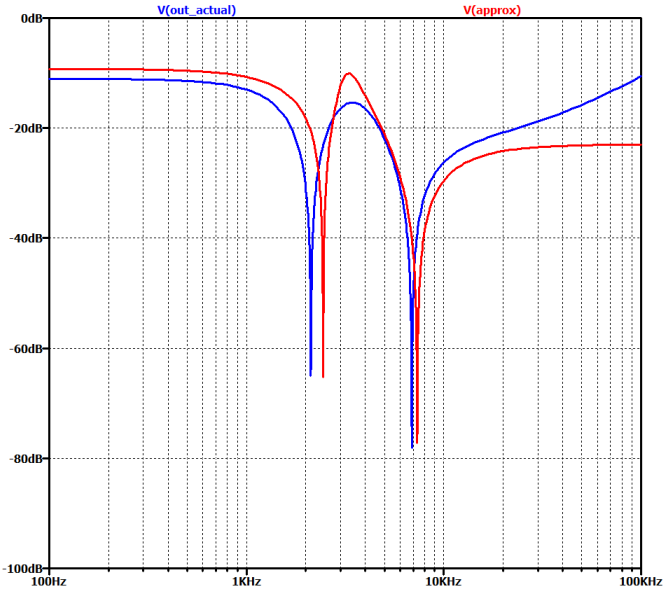


Figure 4. The fourth order inverse Pascal filter

In the figure, red shows the ideal approximating function and the blue shows the real circuit comprising OTRAs made from AD844 ICs. For the model of AD844 ICs, foundry SPICE model from Analog Devices has been used in the simulations. The deviations in the figure from the ideal one is expected due to the parasitics of AD844. Another reason is the rounding of the passive element values. If tuning is necessary, adjusting the passive element values would result in a more accurate result. The behavioral model of an ideal OTRA with exact passive element values, without any rounding, has also been simulated and it has given the exact ideal result without any deviation.

CONCLUSION

The inverse Pascal polynomials for analog filtering have been investigated in this study. An active filter circuit has been designed using a fourth order, transition band optimized approximation. For the active elements, OTRA blocks have been employed. The actual circuit simulations have been carried out in SPICE program for the validation of the theoretical study and it has been found that using AD844 ICs for the design to realize OTRAs and the filter circuit, it is attainable to implement an analog active fourth order inverse Pascal filter. According to SPICE, the theoretical study agrees well with the simulation results.

REFERENCES

Cakir, C., Cam, U., and Cicekoglu, O., 2005. Novel allpass filter configuration employing single OTRA. IEEE Transactions on Circuits and Systems—II: Express Briefs, vol. 52, no. 3, 122–125.

Chang, C. M., and Swamy, M. N. S., 2013. Analytical synthesis of odd/even-nth-order elliptic Cauer filter structures using OTRAs. International Journal of Circuit Theory and Applications, vol. 41, pp. 1248–1271.

Corral, A.C., 2005. Inverse ultraspherical filters. Analog Integrated Circuits and Signal Processing, vol 42, pp. 147–159.

Deliyannis T., Sun Y., Fidler J. K, 1993. Continuous-time active filter design, Boca Rato: CRC Press.

Dimopoulos, H.G., and Sarri, E., 2007. The modified Pascal polynomial approximation and the filter design method. International Journal of Circuit Theory and Applications, vol. 40, no. 2, pp. 145–163.

Dimopoulos, H.G., 2012a. Even-order passive filters: Pascal versus Chebyshev. International Journal of Circuit Theory and Applications, vol. 41, no. 9, pp. 946–959.

Dimopoulos, H.G., 2012b. Analog electronic filters: theory, design and synthesis, Springer.

Goodman, J. T., and Aburdine, M. F., 2008. Pascal filters. IEEE Transactions on Circuits and Systems–I: Regular Papers, vol. 55. no. 10, pp. 3090–3094.

Haensch, W., Gokmen, T. and Puri, R., 2019. The next generation of deep learning hardware: analog computing. Proceedings of The IEEE, vol. 107, no. 1, pp. 108–121.

Pandey, R., Pandey, N., Paul, S.K., Singh, A., Sriram, B., and Trivedi, K., 2014. Novel grounded inductance simulator using single OTRA. International Journal of Circuit Theory and Applications, vol. 42, pp. 1069–1079.

Senani, R., Bhaskar R. D., and Raj, A., 2022. Inverse analog filters: history, progress, and unresolved issues. Electronics, vol. 11, no. 841, pp.1–28.

Van Valkenburg, M. E, 2001. Design of analog filters, Oxford: Oxford University Press.

➢ *ORAL PRESENTATION*

In-vitro Antibacterial Activity of Some Benzoyl Thiourea Derivatives Against Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*

Sarah ALHADEETHI [1*] (*ORCID: 0000-0002-4055-3027*), Şinasi AŞKAR[2] (*ORCID:* 0000-0002-7836-3798)

[1]Cankiri Karatekin University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Biology, Cankiri, Turkey.

[2]Cankiri Karatekin University, Faculty of Health Sciences, Department of Nutrition and Dietetics, Cankiri, Turkey.

*sinasia@gmail.com

Abstract

Infections caused by multi-drug-resistant bacteria cause important health problems today. This situation has led to an increase in the number of research conducted to develop new antibiotics in recent years. The World Health Organization (WHO) reports that the efficacy of antibiotics against multidrug-resistant infectious agents, especially methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) strains, is gradually decreasing. The aim of this study was investigated antibacterial activity of 3 different benzoyl thiourea compounds (N-((2-chloropyridin-3-yl) carbamothioyl) thiophene-2-carboxamide (L-31), N-(morpholine-4- carbonothioyl) benzamide (EHL-90) and N-(diphenylcarbamothioyl) benzamide (EHL93)) against to MRSA by disc diffusion and MIC test. As a result of this study, EHL31 and EHL90 chemicals at a dose of 4.5 mg/disc did not form an inhibition zone but EHL 90 chemical was created between 11-14mm of inhibition zone against MRSA isolates in disc diffusion test. However, with broth micro dilution method, it was determined that the L31 chemical had MIC levels at a dose range of 18.75 mg/mL and 37.5mg/mL, the L90 chemical at a dose range of 4.68mg/mL to 9.37mg/mL and the L93 compound at a dose of 2.34mg/mL. With this study 3 benzoyl thiourea compounds used have the potential to be used as antibacterial agents at different concentrations.

Keywords: Antibiogram, Antibiotic, Broth microdilution, Disc Diffusion, MRSA

INTRODUCTION

MRSA has become widespread in hospitals worldwide, causing bacteremia, pneumonia, surgical site infections, and other nosocomial infections. The Centers for Disease Control and Prevention states that of all healthcare-associated *S.aureus* infections reported that almost 60% were due to MRSA (CDC 2007). Among the first reports of MRSA from 1961 to the 1990s, the infection was often described as healthcare-acquired hospital-acquired MRSA (HA-MRSA), although from the 1990s to the present it has been referred to as community-acquired MRSA (CA-MRSA) (Turner et al. 2019). All MRSA strains carry a mobile genetic element called the staphylococcal cassette chromosome (SCC), which houses the *mec*A gene. This gene encodes penicillin-binding protein 2a, which confers resistance to β-lactam antibiotics. The mecA gene is responsible for antibiotic resistance in MRSA and is often absent in MSSA, although in some cases the mecA gene is present in MSSA but is not expressed (Foster and Geoghegan 2014). In various studies, the biological activity role of benzoyl thiourea derivatives has been demonstrated as antimicrobial, antiparasitic, anti-tumour, diuretic, platelet aggregation inhibitor, H2- antagonist, antidiabetic, insecticide and herbicide (Müller et al. 2009), anticancer (Shing et al. 2014), anticonvulsant (Kaymakçıoğlu et al. 2005) Some biological effects such as antioxidant (Saturnino et al. 2003), antibacterial (Ngini et al. 2012), antifungal (Saeed et al. 2010) and anti-HIV (Küçükgüzel et al. 2008) have been defined and in the pharmaceutical industry.

The aim of this study was investigated antibacterial activity of 3 different benzoyl thiourea compounds (N-((2-chloropyridin-3-yl) carbamothioyl) thiophene-2-carboxamide (L-31), N-(morpholine-4- carbonothioyl) benzamide (EHL-90) and N-(diphenylcarbamothioyl) benzamide (EHL93)) against to 10 MRSA clinic isolate by disc diffusion and MIC test.

MATERIALS AND METHODS

The disc diffusion test (CLSI-2012) reported by the Institute of Clinical and Laboratory Standards was used to investigate the antibacterial activity of benzoyl thiourea compounds against 10 MRSA clinic isolates. It is taken from the bacterial colonies grown on nutrient agar with a loop, and it is turbid in 0.9% saline. Bacterial suspensions adjusted to McFarland 0.5 ($1.5x10^8$cfu/mL) were obtained. In these bacterial suspensions, swabs were spread on the Mueller-Hinton agar surface in a short time. Subsequently, 30µL (5mg/disc) of each of the substances previously prepared as 150mg/mL by dissolving in dimethyl sulfoxide (DMSO) were absorbed into blank discs and dried at 37°C. Then, the discs were placed on the Mueller-Hinton agar surface with the help of sterile forceps. In the study, methicillin (5µg) discs were used as a reference antibiotic used. The media were incubated at 37°C for 20-24 hours, after which zones of inhibition greater than 7 mm were recorded. Analyzes were made in three parallels.

The broth microdilution method reported by the Clinical and Laboratory Standards Institute was used to determine the minimum inhibitory concentration of benzoyl thiourea compounds against MRSA isolates and to confirm the disc diffusion test results (CLSI-2012b) was used. The active ingredients were dissolved with DMSO at 150 mg/mL, and two-fold serial dilutions were made in microplates between 75mg/mL and 1.17 mg/mL. Bacteria were cultivated in each well with a final concentration of $1.5x10^5$ cfu/mL. Gentamicin (Sigma) at a concentration of 0.01 mg/mL was used as a reference antibiotic in the study. For each bacteria, one well without a complex for growth control, one well with Mueller-Hinton broth and a complex for sterility control were used for the purpose. In addition, the number of bacteria in the wells was controlled by making 1:1000 dilution from the growth control wells and inoculating them into 0.1 mL nutrient agar has been done.

Disc diffusion results were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA). The difference at the $p < 0.05$ was considered to be at significance level. Statistical analysis was performed using Minitab 16 Statistical Software package (Minitab Inc. State College, PA).

RESULTS

Growth inhibition zone diameter values and one-way analysis of variance (ANOVA) results were obtained in the disk diffusion test to investigate the antibacterial activity of three different benzoyl thiourea compounds (EHL 31, EHL90 and EHL 93) against 10 MRSA clinic isolates. These results were given in Table 1. According to these data; it was determined that EHL31 and EHL90 compounds did not form an inhibition zone against MRSA isolates at a dose of 4.5 mg/disc, but the L93 compound formed between 11mm-14mm inhibition zone. The obtained inhibition zone diameter image is given in Figure 1.

Table 1. Growth inhibition zone diameters formed by the compounds according to the disc diffusion method

S.No	MRSA Isolates	Antibacterial inhibition zone diameters (mm)			Methicillin (5µg)
		L31	L90	L93	
1	S1	R	R	12 ± 2^A	R
2	S6	R	R	$14\pm2,6^B$	R
3	S9	R	R	$12\pm2,6^A$	R
4	S10	R	R	13 ± 2^B	R
5	S11	R	R	$14\pm1,7^B$	R
6	S13	R	R	$11\pm0,5^A$	R
7	S15	R	R	$12\pm1,5^A$	R
8	S16	R	R	$13\pm1,7^B$	R
9	S21	R	R	$12\pm1,5^A$	R
10	S22	R	R	$14\pm1,5^B$	R

R: Resistant. Values; mean ± standard deviation **A-B:** Differences between groups in the same column, significant at the $p<0.05$ level.



Figure 1. MRSA growth inhibition zone image of L31, L90 and L93 benzoyl thiourea compounds

Broth microdilution test was performed to determine the minimum inhibitory concentration of compounds on 3 MRSA clinic isolates. The results obtained are given in Table 2 According to these results, it was determined that the L31 compound had MIC levels between 18.75 mg/mL and 37.5 mg/mL, the L90 compound at the dose range of 4.68mg/mL and 9.37mg/mL, and the L93 compound at the dose of 2.34mg/mL. The lowest MIC values among all complexes against MRSA bacteria were determined as L93, L90 and L31, respectively. These results were found to be compatible with the disc diffusion results.

Table 2. Minimum inhibitory concentration values (MIC) results

S.No	MRSA Isolates	Chemicals		
		L31 (mg/mL)	L90 (mg/mL)	L93(mg/mL)
1	S1	37,5	9,37	2,34
2	S2	18,75	4,68	2,34
3	S3	37,5	4,68	2,34

Samples were taken from the wells of the broth microdilution plate and cultivated on nutrient agar plates. These plates were incubated for 18-24 hours at 37°C. At the end of the period, the wells in which no bacterial growth was observed were determined as the minimum bactericidal concentration. The results obtained are given in Table 3. According to these results, it was determined that the L31 compound at a dose of 75 mg/mL, the L90 compound at a dose of 18.75 mg/mL, and the L93 compound at a dose of 9.37 mg/mL had MBC levels. The lowest MBC value among all complexes against MRSA bacteria was determined as L93, L90 and L31, respectively. These results were found to be compatible with the MIC results.

Table 3. Minimum bactericidal concentration values (MBC) results

S.No	MRSA Isolates	Chemicals		
		L31(mg/mL)	L90(mg/mL)	L93(mg/mL)
1.	S1	75	18,75	9,37
2.	S2	75	18,75	9,37
3.	S3	75	18,75	9,37

DISCUSSION

As a result of disc diffusion, MIC and MBC studies related to the antibacterial activity of benzoyl thiourea compounds, L93 chemical was determined as the chemical with the largest inhibition zone diameter and the lowest MIC and MBC values. According to the disk diffusion results, L93 (4.5mg/disk) created an inhibition zone in the range of 11-14mm on 10 different clinic isolates, while L31 (4.5mg/disk) and L90 (4.5mg/disk) chemicals were found to be ineffective. As a result, the tests performed to confirm these results and to determine the MIC and MBC values, respectively; L93 MIC at a dose of 2.34mg/mL in all 3 isolates, MBC at a dose of 9.37mg/mL, 4.68 mg/mL on L90 S6 and S16 isolates, 9.37 mg/mL on S1 isolates, 18 MICs on 3 isolates It was determined that it had an MBC value of 75mg/mL. It was determined that L31 had a MIC value of 18.75 mg/mL on S3 isolates, 37.5 mg/mL on S1 and S2 isolates, and a MIC value of 75 mg/mL on all isolates. The results obtained in the disk diffusion and microdilution method were found to be compatible. Emen et al. (2005) reported that 2 different benzoyl thiourea compounds and some of their metal complexes have antibacterial effects, Patrick-Armand et al. (2021) reported that some of the benzoyl thiourea compounds they synthesized had antibacterial activity on *S. aureus* at a dose of 1mg/mL. Ablo et al. (2022) reported that 1mg/mL of the benzoyl thiourea compounds they synthesized were effective on *P.aeuroginosa* but ineffective on *S. aureus.* Studies have shown that benzoyl thiourea compounds have antibacterial activity in general. The fact that the chemicals used in the studies have too many subcomponents and the doses used are different also affects the results. The importance of the search for new antibacterial agents due to the increase in resistance to existing antibacterial agents in bacteria will lead to many new types of research in which more chemicals are investigated in the coming years.

CONCLUSION

In conclusion, antibacterial activities of 3 new benzoyl thiourea compounds on MRSA hospital isolates were investigated. The effectiveness of the 3 new benzoyl thiourea compounds used on multidrug-resistant MRSA isolates was determined as L93, L90, and L31, respectively. The obtained in vitro antibacterial activity results are supported by cytotoxicity and in vivo studies and used in health, cosmetics, industrial, etc. its usability in various sectors should be supported by new studies.

REFERENCES

Ablo, E., Coulibali, S., Touré, D., Coulibaly, S., Kablan, A.L.C., Konan Kouadio, et al. 2022. Synthesis and antibacterial activity in vitro of 2-benzylthioimidazo [1, 2-a] pyridine derivatives against pathogenic bacterial. *Synthetic Communications*, 52(3), 462-469.

CLSI-Clinical and Laboratory Standards Institute. 2012. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically. Approved Standard—Ninth Ed. CLSI document M07-A9; Wayne, PA.

Emen, M., Arslan, H., Külcü, N., Flörke, U., and Duran, N. 2005. Synthesis, characterization and antimicrobial activities of some metal complexes with N'-(2-chloro-benzoyl) thiourea ligands: The crystal structure of fac-[CoL3] and cis-[PdL2]. Polish Journal of Chemistry, 79(10), 1615-1626.

Foster, T. J., and Geoghegan, J. A. 2014. *Staphylococcus aureus*. In Molecular Medical Microbiology: 2th ed. V: 2–3, Elsevier Ltd.

Kaymakçıoğlu, B.K., Rollas, S., Körceğez, E. and Arıcıoğlu, F. 2005. Synthesis and biological evaluation of new N-substituted-N′-(3, 5-di/1, 3, 5-trimethylpyrazole-4-yl) thiourea/urea derivatives. *European journal of pharmaceutical sciences*, 26(1), 97-103.

Küçükgüzel, I., Tatar, E., Küçükgüzel, Ş.G., Rollas, S. and De Clercq, E. 2008. Synthesis of some novel thiourea derivatives obtained from 5-[(4-aminophenoxy) methyl]-4-alkyl/aryl-2, 4-dihydro-3H-1, 2, 4-triazole-3-thiones and evaluation as antiviral/anti-HIV and anti-tuberculosis agents. *European journal of medicinal chemistry*, 43(2), 381-392.

Müller, J., Limban, C., Stadelmann, B., Missir, A.V., Chirita, I.C., Chifiriuc, M.C., Nitulescu, G.M. and Hemphill, A. 2009. Thioureides of 2-(phenoxymethyl) benzoic acid 4-R substituted: a novel class of anti-parasitic compounds. Parasitology international, 58(2), 128-135.

Ngaini, Z., Mohd Arif, M.A., Hussain, H., Mei, E.S., Tang, D. and Kamaluddin, D.H.A., 2012. Synthesis and antibacterial activity of acetoxybenzoyl thioureas with aryl and amino acid side Chains. *Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements*, 187(1), 1-7.

Patrick-Armand, A., Siomenan, C., Doumade, Z., Adéyolé, T., Eric, B., Daouda, T., Drissa, S. and Ané, A. 2021. Synthesis and Antibacterial Activities of New 2-(Benzylthio) pyrimidines and 2-(Benzimidazolylmethylthio) pyrimidines Derivatives. *Open Journal of Medicinal Chemistry*, 11(3), 27-39.

Saeed, S., Rashid, N., Jones, P. G., Hussain, R., and Bhatti, M. H. 2010. Synthesis, spectroscopic characterization, crystal structure and antifungal activity of thiourea derivatives containing a thiazole moiety. *Central European Journal of Chemistry*, 8(3), 550-558.

Saturnino, C., D'Auria, M., Paesano, N., Saponiero, D., Cioffi, G., Buonerba, M. and De Martino, G. 2003. Antioxidant activity of thioureidic derivatives I. Il Farmaco, 58(9), 823-828.

Shing, J.C., Choi, J.W., Chapman, R., Schroeder, M.A., Sarkaria, J.N., Fauq, A. and Bram, R.J. 2014. A novel synthetic 1, 3-phenyl bis-thiourea compound targets microtubule polymerization to cause cancer cell death. *Cancer biology and therapy*, 15(7), 895-905.

Turner, N.A., Sharma-Kuinkel, B.K., Maskarinec, S.A., Eichenberger, E.M., Shah, P.P., Carugati, M., Holland, T.L. and Fowler, V.G. 2019. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus: an overview of basic and clinical research. *Nature Reviews Microbiology*, 17(4), 203-218.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Evaluations on Foreign Trade of Forest Products Between Türkiye and Romania

Seda Erkan Buğday[1*] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0003-2989-2551*)

[*1]Department of Forestry, Food and Agriculture Vocational School, Çankırı Karatekin University, 18200 Çankırı, Turkey.

*Corresponding author e-mail: sedaerkan05@hotmail.com

Abstract

The effects of globalization have been felt all over the world, as well as in the trade of wood-based forest products. Türkiye's relations with Romania, one of the countries with which Türkiye interacts in foreign trade of forest products, are discussed in this study. Forest assets, forest products production amounts and temporal trends of foreign trade of Türkiye and Romania have been revealed. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and Turkish Statistical Institute (TUIK) data were used in the study. As a result of this study, it has been observed that Türkiye generally shows an increasing trend in the production of forest products. In addition, a positive trend was observed in the general merchandise foreign trade between Romania and Türkiye, while a negative trend was observed in the foreign trade of wood-based forest products.

Keywords: wood based forest product, import, export, trade

INTRODUCTION

The basis of the ongoing globalization in the world is the economic and technological developments and the associated changes in the social and cultural structure (Kamacı 2018). Also, globalization gains momentum with "*knowledge*" (Teeple 2000). The globalizing world is now briefly defined as "*the world that gets smaller as it increases*" (Altıner et al. 2018). Indeed, humans, whose population is increasing rapidly, have become easier to reach over large distances with the acceleration they have gained in technology. By this way, the process of meeting and merging many civilizations with each other and hence being influenced by each other has started. In this process, especially economic mobility has heightened competition and at the same time dependence on each other. The beginning of this mobility in the world economy dates back to the industrial revolution. (Altıner et al. 2018).

The production and trade of wood-based forest products have been impacted by the globalization trend (Akkaya et al. 2020). According to FAO figures, 1.486 billion m^3 of industrial forest products in 1993, whereas 1.983 billion m^3 of industrial wood in 2020 generated in the world. The amount of industrial forest products imported internationally increased from 76.25 million m^3 in 1993 to 136.15 million m^3 in 2020 (FAOSTAT, 2022a). Türkiye is one of the nations that engages in the export of wood-based forest products, and a variety of factors, including production costs, marketing opportunities, the management of forest assets, and changes in the economic structure, have an impact on this trade (Akkaya et al. 2020, Akkaya et al. 2021, Yıldırım, et al. 2015, Akyüz et al. 2003, Gültekin et al. 2009). At the same time, the fact that forest products are a voluminous commodity negatively affects the "*distribution*" factor in trade. For this reason, the proximity of industrial establishments to the raw material source is described as a "*strength*" (Keskin et al. 2009). However, today forest products are a commercial product that is traded on an international scale. While the production of forest products in the world has increased by 33% in a period of approximately 30 years, the amount of imports between countries has increased by 78.55% (FAOSTAT, 2022a).

Türkiye and Romania are two countries with intense economic relations. Both Romania and Türkiye are the two countries that have a coast on the Black Sea and are members of the Black Sea Economic Cooperation Organization (BSEC). Türkiye and Romania have foreign trade relations in many sectors. When the studies on these relations are examined; Romania is among the countries with the highest export similarity indexes with Türkiye, in the among the members of the BSEC (Erkan and Batbaylı 2017). Türkiye and Romania have been in cooperation in forest products trade for many years. In this study, in the world; evaluations were made regarding the foreign trade of forest products of the two countries, which are in the wood-based forest products market. The productions of wood base forest products and the foreign trade of forest products of Türkiye and

Romania has been evaluated, and the time trend of wood-based forest products trade between countries has been revealed.

MATERIALS AND METHODS

In the evaluation of foreign trade of forest products, the example of Türkiye and Romania has been discussed. The locations of the countries are given in Figure 1.



Figure 1. Location of Romania and Türkiye (taken from Arcgis Basemap)

The temporal data of wood-based forest products, which are the subject of foreign trade relations between Türkiye and Romania, are taken from the official web page of TUIK (TUİK 2022). In order to facilitate the comparison of forest assets of Türkiye and Romania, information on forest assets and forest products production was obtained from FAOSTAT. In the study, the forest assets, forest products production and trade of Türkiye and Romania were presented comparatively. Forest products production, import and export values of countries (both with each other and with other countries) were evaluated temporally and their trends were observed.

RESULTS

When the forest assets of countries in the world are examined as of 2020 (Figure 2), Türkiye and Romania are in different categories is seen.

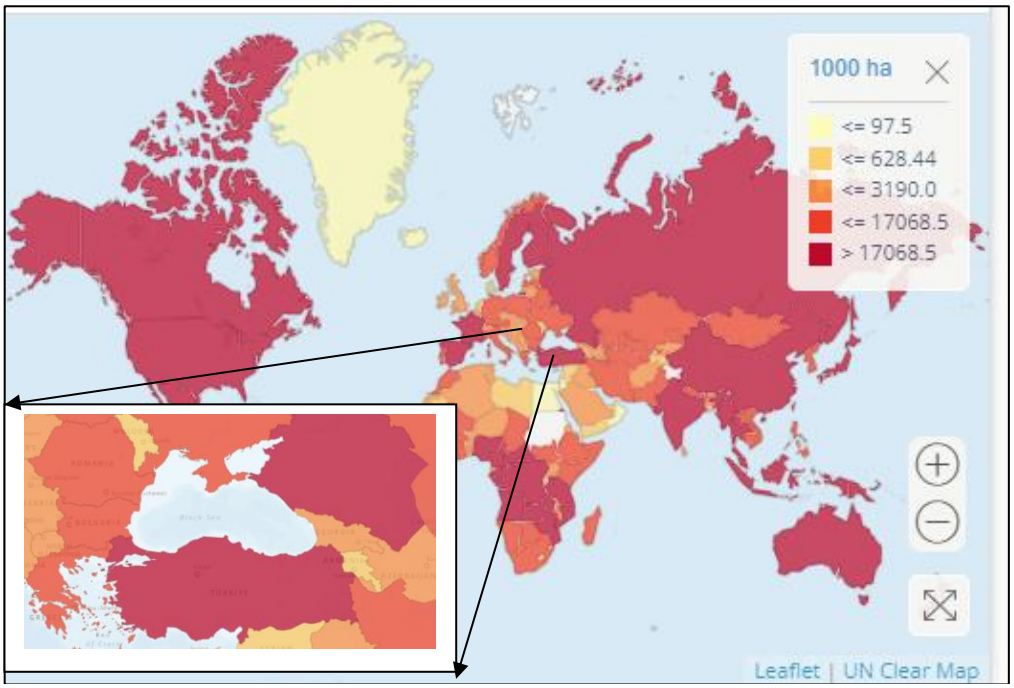


Figure 2. Forest land - Area by country (1000 ha) year 2020 (FAOSTAT, 2022b)

In order to make a general assessment of forest assets and forest products, the forest asset and population data of the countries (FAOSTAT, 2022c) and the values derived from these data are given in Table 1.

Table 1. Forest and population data (FAOSTAT, 2022c) for Romania and Türkiye

	Forest Land	Country area	Total Population - Both sexes	Rural population	Urban population	General area ratio of forest area	Amount of forest area per capita	Ratio of rural population to total population	Ratio of urban population to total population
	a	b	c	d	e	a/b*100	a/c	d/c*100	e/c*100
Data Year	2020	2020	2018	2018	2018				
Unit	1000 ha	1000 ha	1000 person	1000 person	1000 person	ha	ha/person	%	%
Romania	6929,05	23840	19506,114	9007,54	10573,10	29,06	0,36	46,18	54,20
Türkiye	22220,36	78535	82340,088	20362,183	61554,688	28,29	0,27	24,73	74,76
*Columns a-b-c-d-e were obtained from the FAOSTAT web page and other columns were derived from these data.									

Table 1 shows that Romania and Türkiye have similar ratios of forest assets to total country area. In this regard, the amount of forest area per capita was determined as 0.36 ha/person for Romania and 0.27 ha/person for Türkiye. In comparison to Türkiye, Romania has a more balanced distribution of people living in cities and rural areas.

The amount of products Türkiye and Romania obtained from forests were taken from FAOSTAT by product categories (round-wood, industrial round-wood, pulpwood, round and split, sawlog and veneer logs and wood fuel) and their temporal changes and trends are shown at Figure 3.

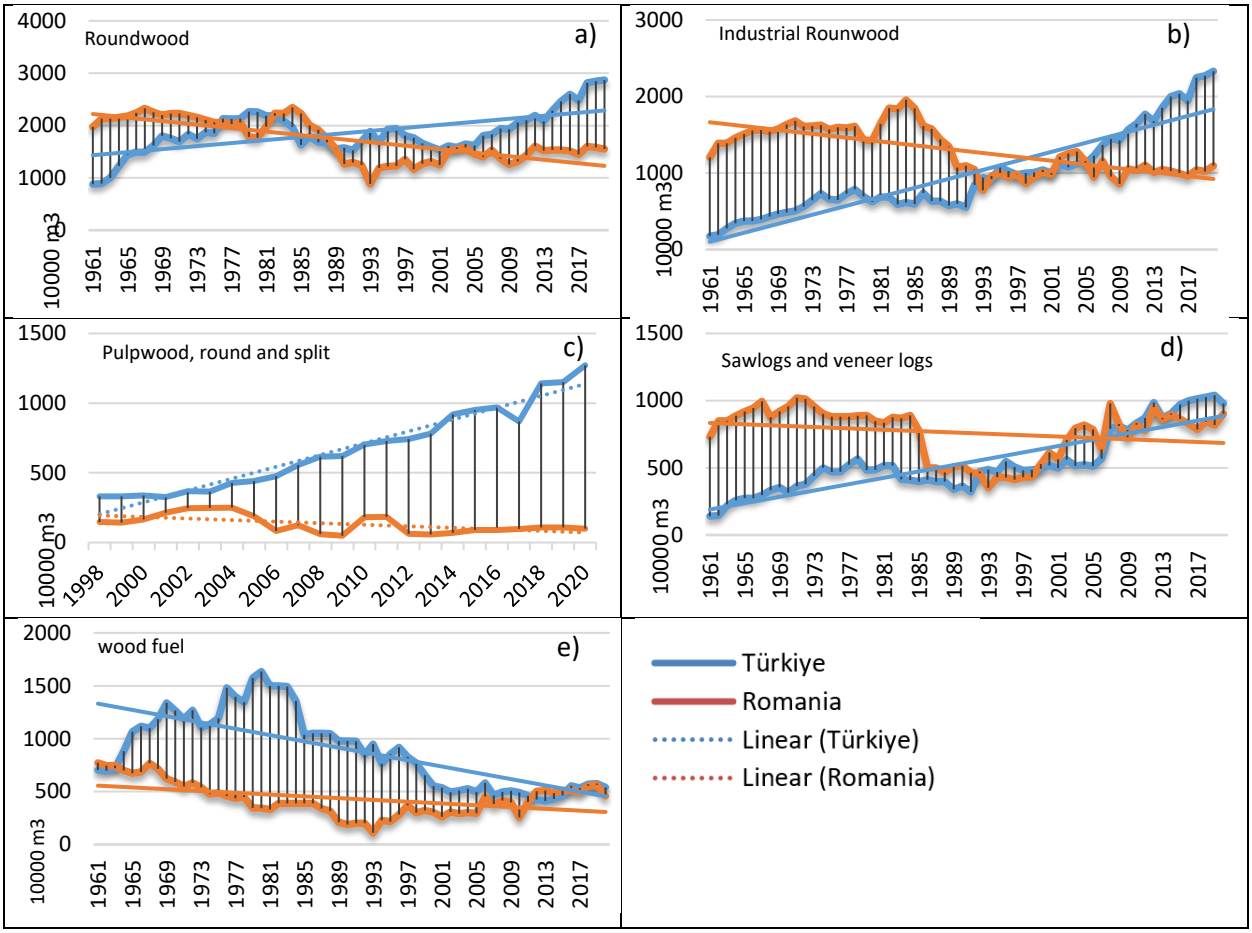


Figure 3. Wood-based forest products production quantities and temporal trend of Romania and Türkiye (FAOSTAT 2022d) a) Round-wood (1961-2020), b) Industrial round-wood (1961-2020), c) Pulpwood, round and split, all species (1998-2020), d) Sawlogs and veneer logs (1961-2020), e) wood fuel (1961-2020).

Figure 3 shows that according to FAO data; between 1961 and 2020, Türkiye's round-wood production increased over time. Türkiye could not sustain its rise in round-wood production between 1961-1980 for a long time and it had an increasing trend again in 2005 and after. On the other hand, Romania's production was demonstrated to have been largely steady from 1961 and 1985, followed by a downward trend from 1985 to 1995 and then a relative increase in production. In general, Romania follows a downward trend in Round-wood production.

Türkiye produced industrial round-wood with a growing trend during the years 1961 and 2020. In addition, Romania's industrial round-wood production amount between 1961 and 2020 was more stable between 1961-1985, while a decreasing trend between 1985-1995 and fluctuating in a narrow range after 1995, is observed.

In the pulpwood, round and split category, it is seen that between 1998- 2020, both Romania and Türkiye produced with an increasing trend. While Türkiye's production in 1998 was 2.2 times of Romania's, it reached 12.86 times in 2020.

While Romania's production of sawlogs and veneer logs was 5.22 times more than Türkiye's in 1961, today Türkiye and Romania are producing in almost the same amount. Sawlog and veneer logs production in Türkiye between 1961 and 2020 shows a positive trend. While Romania's sawlog and veneer logs production was in balanced between 1961-1985, a negative trend was observed between 1985-1995 and a positive trend after 1995.

When the countries' respective wood fuel production is compared, both Türkiye and Romania has a declining tendency between 1961-2020. Between 1975-1985, Türkiye realized the highest wood fuel production. After 1985, wood fuel production began a decreasing trend.

FAOSTAT trade data was used to evaluate the wood-based forest products foreign trade relations of Türkiye and Romania. The import and export amounts of Romania and Türkiye with other countries in terms of some

product categories (round-wood, industrial round-wood, pulpwood, round and split, sawlog and veneer logs and wood fuel) of Türkiye and Romania are given in Figure 4-5-6 and 7.

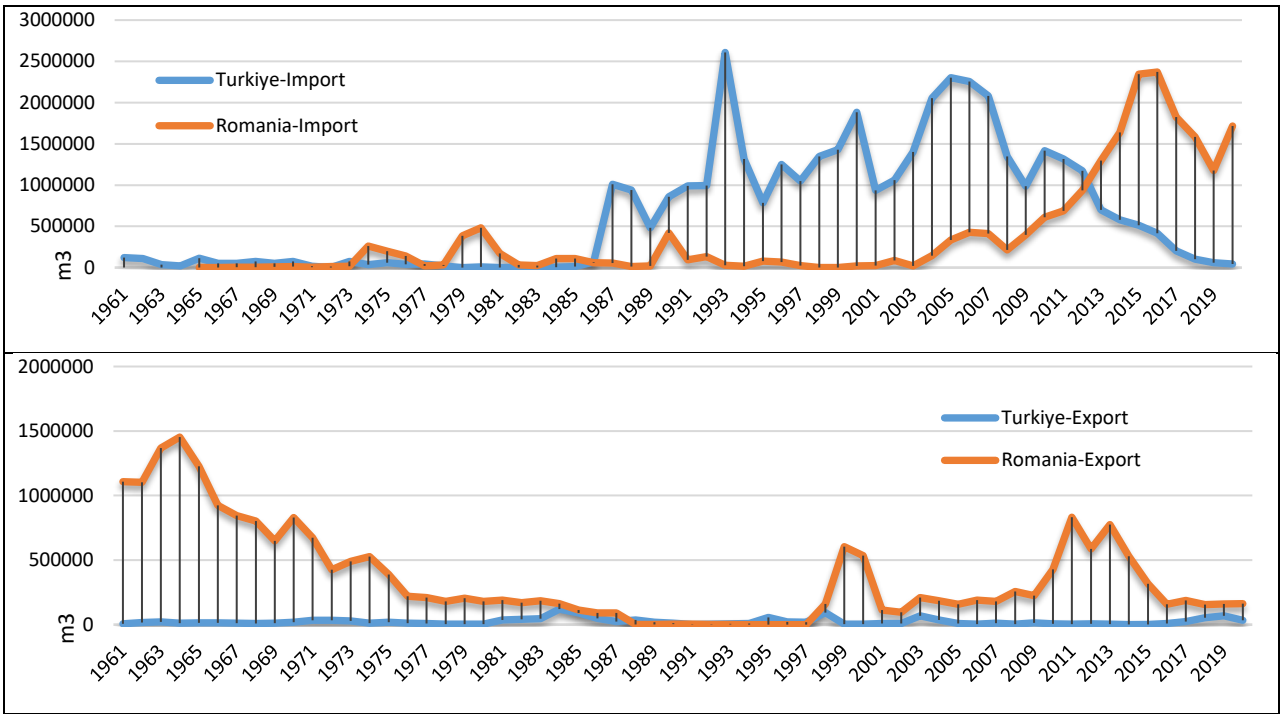


Figure 4. Total round-wood import and export of Türkiye and Romania with the countries of the world 1961-2020

As Figure 4 is examined; it is seen that Türkiye's import amount of round-wood increased dramatically after 1985, however it has decreased rapidly in recent years. Romania's round-wood import amount started to increase in the early 2000s and generally shows a positive trend. There are fluctuations in the round-wood export amounts of both Türkiye and Romania. Romania's round-wood export amount showed a decreasing trend between 1961-1985 and then followed a fluctuating course.

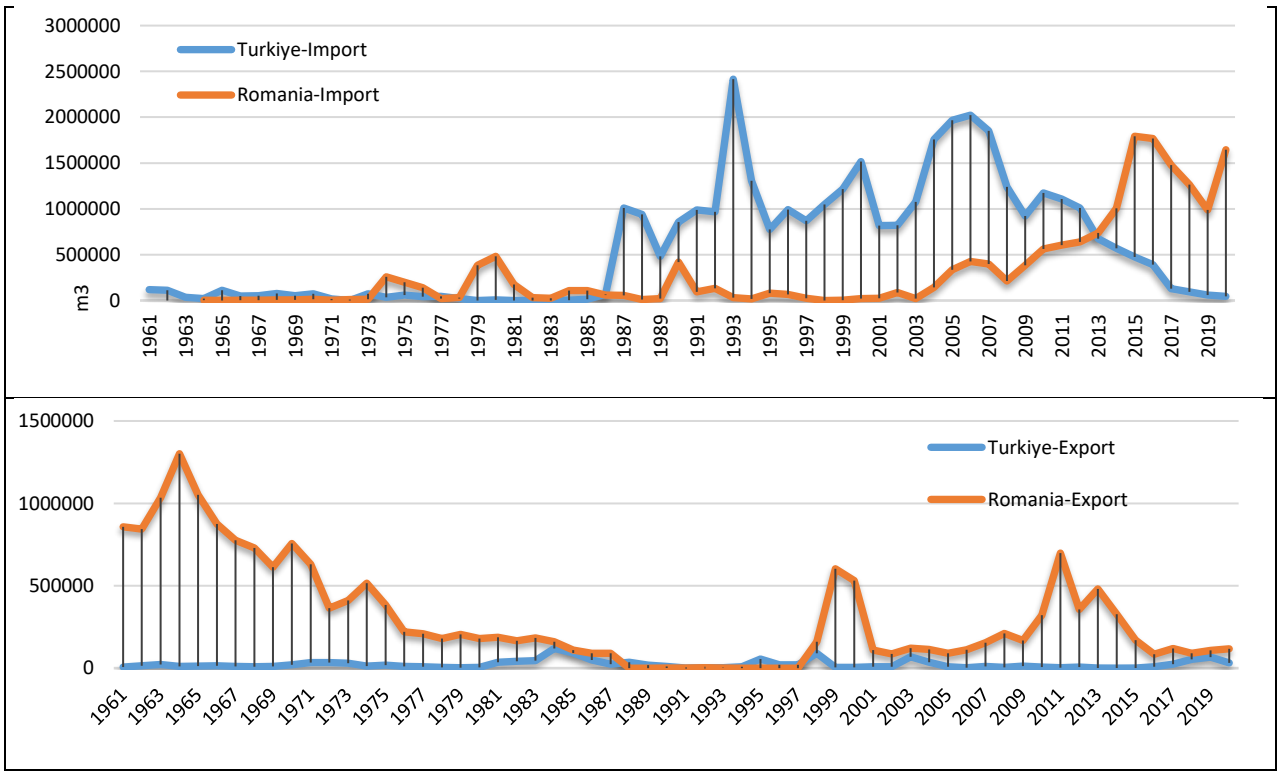


Figure 5. Total industrial round wood imports and exports of Türkiye and Romania with the countries of the world 1961-2020

Türkiye increased its industrial round-wood imports after 1985 and Romania as of the early 2000s. After 2005, Türkiye's industrial round-wood imports are in a decreasing trend. Between 1961-1985, Romania's industrial round-wood exports entered a negative trend and then followed a fluctuating course. Compared to Romania, Türkiye's industrial round-wood export is at very low levels and it is observed that it follows a fluctuating course.

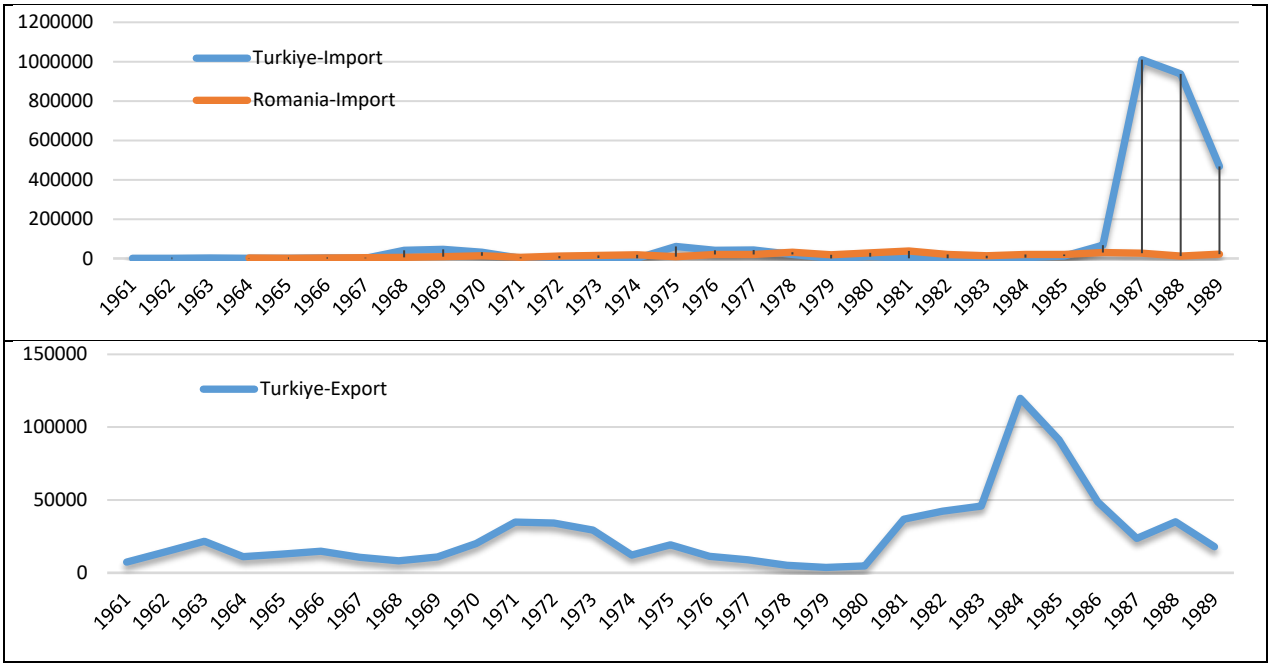


Figure 6. Total sawlogs and veneer logs import and export of Türkiye and Romania with the countries of the world 1961-1989

The import of sawlogs and veneer logs was realized at very low levels in Romania and Türkiye, and the imports increased in Türkiye after 1985, is seen in Figure 6. Romania has no FAO data record regarding the exports of sawlogs and veneer logs. Türkiye has a trend that increased in the early 1980s between 1961-1989, peaking in 1985 and decreasing in the second part of the 80s.

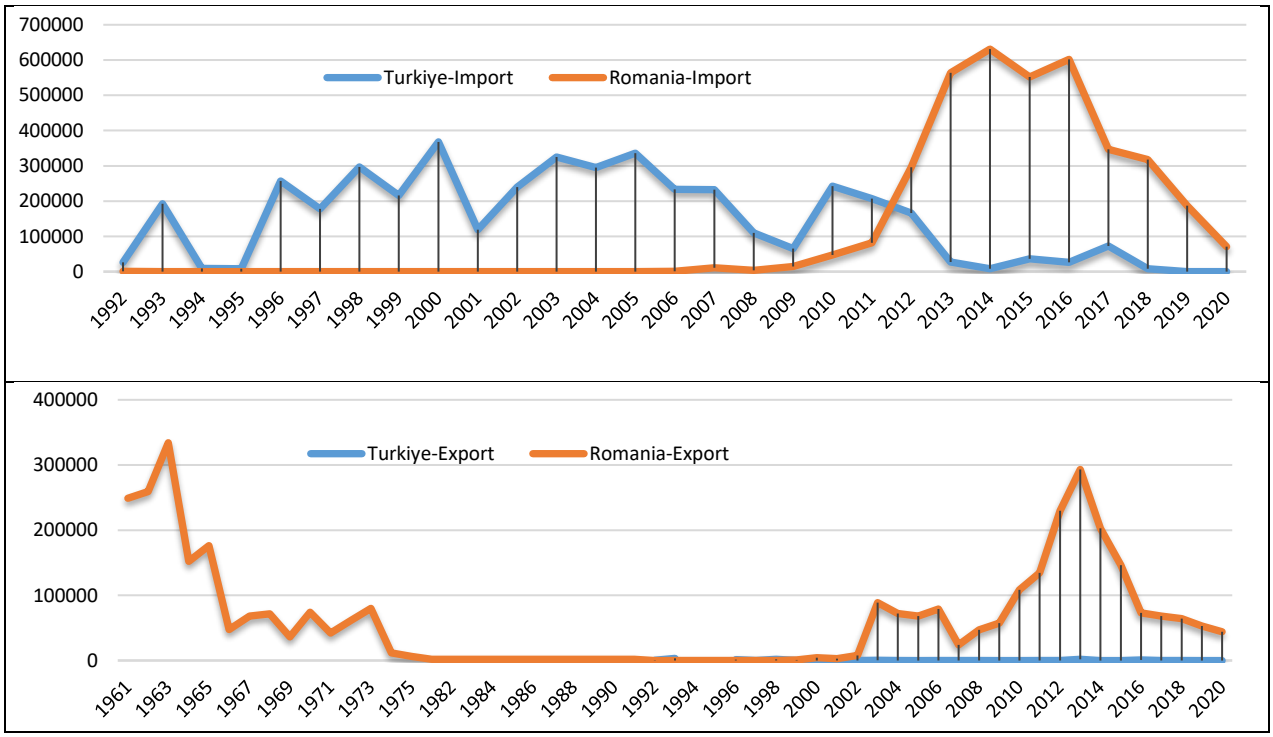
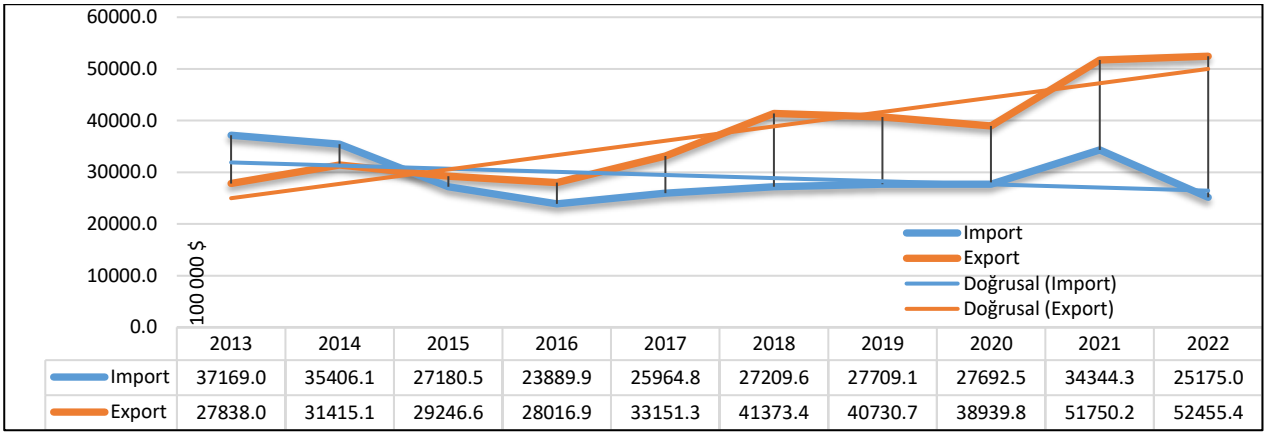


Figure 7. Total wood fuel import and export of Türkiye and Romania with the countries of the world 1961-2020

According to FAO data, data on wood fuel imports of Türkiye and Romania start from 1992. Romania's wood fuel import between 1992-2010; compared to after 2010, is in very low amounts. Türkiye's wood fuel import amount shows a fluctuating structure. Wood fuel exports of Romania showed a decreasing trend between 1961-1975, then Romania realized very low amounts of wood fuel exports between 1975-2002. Wood fuel exports of Romania first increased between 2002-2013 and then started a downward trend between 2013-2020.

In order to give a general idea about the foreign trade relations of Türkiye and Romania according to TUIK data (TUİK 2022), the temporal change in terms of the value of all the merchandise exported to and imported by Türkiye between 2013-2022 is given in Figure 8.

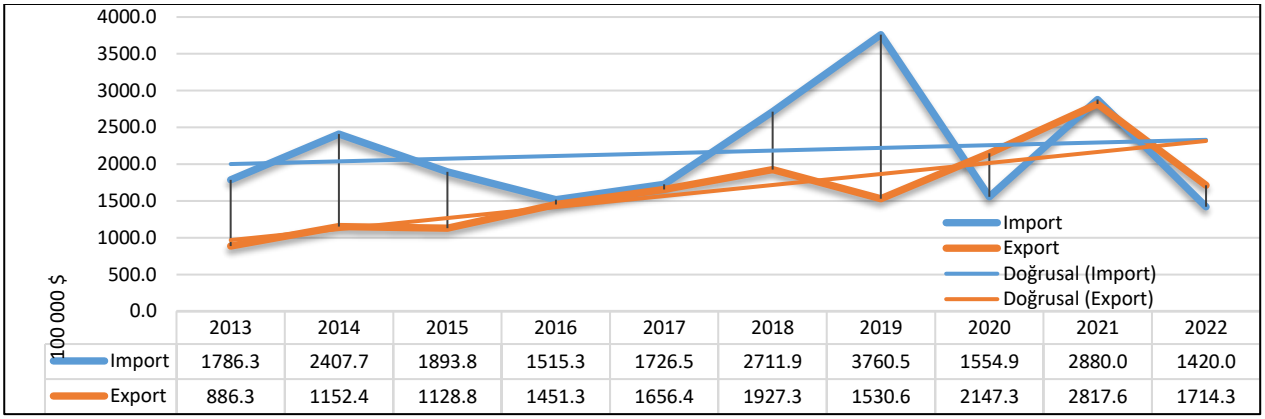


	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Import	37169.0	35406.1	27180.5	23889.9	25964.8	27209.6	27709.1	27692.5	34344.3	25175.0
Export	27838.0	31415.1	29246.6	28016.9	33151.3	41373.4	40730.7	38939.8	51750.2	52455.4

Figure 8. All merchandise subject to foreign trade between Türkiye and Romania (2013-2022)

There is a certain level of foreign trade relations between Türkiye and Romania. In recent years, in general, a positive trend has been observed in terms of the value of the products imported by Türkiye from Romania. On the other hand, a negative trend is observed in terms of the value of the all the merchandise exported by Türkiye to Romania.

According to ISIC Rev 4 Level 1; the temporal variation in terms of the value of the products Türkiye exports to and imports from Romania in the "*agriculture, forestry and fisheries*" category is given in Figure 9.

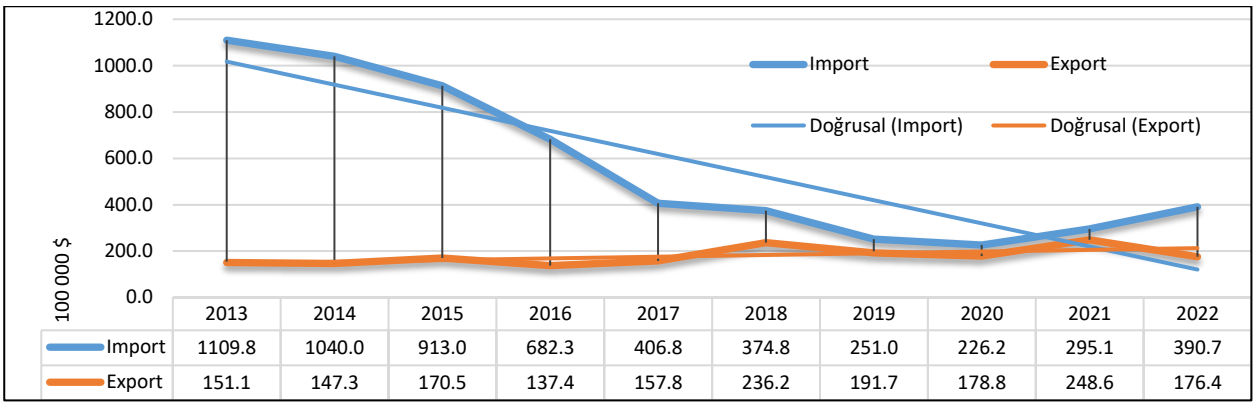


	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Import	1786.3	2407.7	1893.8	1515.3	1726.5	2711.9	3760.5	1554.9	2880.0	1420.0
Export	886.3	1152.4	1128.8	1451.3	1656.4	1927.3	1530.6	2147.3	2817.6	1714.3

Figure 9. According to ISIC Rev 4 Level 1; the temporal variation in terms of the value of the products Türkiye exports to and imports from Romania in the "*agriculture, forestry and fisheries*" category

Figure 9 shows that according to ISIC Rev. 4 Level 1; in terms of the value of products exported by Türkiye to Romania in the category of "agriculture, forestry and fisheries" and imported by Türkiye from Romania, an increasing trend is observed in the temporal plane. However, there are fluctuations in import values.

According to ISIC Rev.4 Level 2; Türkiye's foreign trade with Romania in "*the forestry and logging*" category is given in Figure 10.

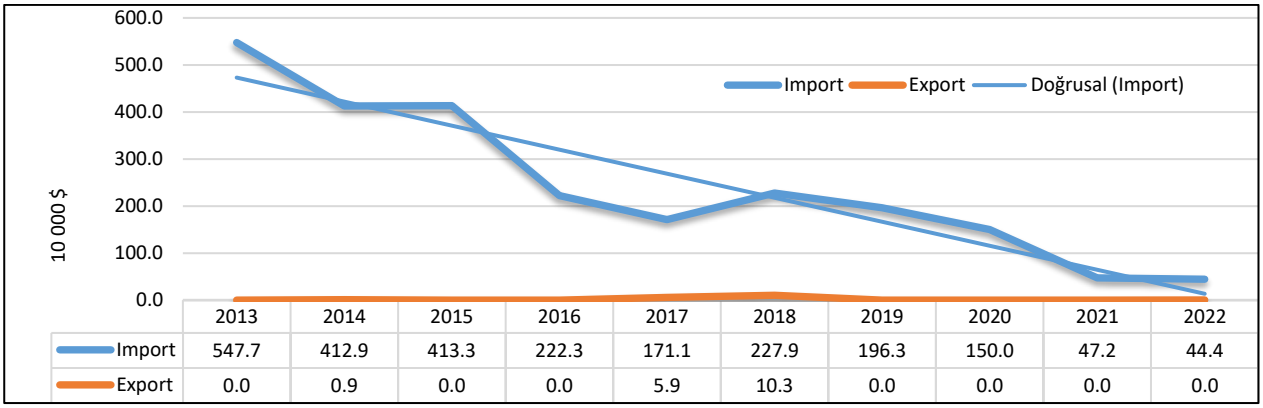


	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Import	1109.8	1040.0	913.0	682.3	406.8	374.8	251.0	226.2	295.1	390.7
Export	151.1	147.3	170.5	137.4	157.8	236.2	191.7	178.8	248.6	176.4

Figure 10. According to ISIC Rev.4 Level 2; Türkiye's foreign trade with Romania in "the *forestry and logging*" category

A moderate increase trend is observed between 2013-2022 in terms of the value of products exported by Türkiye to Romania in "*the forestry and logging*" category. In addition, Türkiye imports a very high amount of forest products from Romania compared to its exports. In Figure 10, a dramatic downward trend is observed in the amount of Türkiye's imports from Romania.

According to ISIC Rev 4 Level 3, Türkiye's foreign trade with Romania in "*the logging*" category is given in Figure 11.



	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Import	547.7	412.9	413.3	222.3	171.1	227.9	196.3	150.0	47.2	44.4
Export	0.0	0.9	0.0	0.0	5.9	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0

Figure 11. According to ISIC Rev 4 Level 3, Türkiye's foreign trade with Romania in "*the logging*" category

According to ISIC Rev.4 Level 3, the values of forest products imported by Türkiye from Romania in "*the logging*" category tend to decrease over time. In addition, Türkiye's exports of forest products to Romania are irregular and in very low quantities.

DISCUSSION and CONCLUSION

Both Türkiye and Romania are two countries with a coast to the Black Sea, which has forest assets. The data on the production and trade of forest products in the FAO and TUIK databases of these countries were analyzed with graphs and trend analysis. When evaluated in general, forest products production of Türkiye and Romania is increasing, excluding wood fuel. There is a general increase in the amount of forest products exports of Türkiye and Romania, is observed. After 1985 is seen as an important period for Türkiye, especially in terms of imported products. For Romania, accelerations were observed in foreign trade after 2005.

The data on the foreign trade relations between Türkiye and Romania were examined from general to specific. As a result of the study, it has been observed that there is a certain level of foreign trade relations between Türkiye and Romania in general. On the other hand, as forest products are detailed in foreign trade, there is a negative trend in forest products trade over the years is seen. It is thought that the decrease in the value of imported products from Romania and the increase in the amount of imported forest products in Romania are related. In general terms, there is a decrease in the trade value of forest products between Türkiye and Romania. The reasons for this situation could be evaluated on a global scale. In future studies, the new positions of countries in the trade of forest products on a global scale can be revealed and future projections can be formed.

REFERENCES

Akkaya, M, Ok, K, Koç, M, Akseki, İ, Akkaş ME, 2020. Türkiye'de ithal odun hammaddesinin sektörel kullanımı. Turkish Journal of Forestry, 21(3), 279-293.

Akkaya, M, Ok, K, Koç, M, Akseki, İ, Akkaş, ME, 2021. Türkiye'de ithal odun hammaddesiyle ilişkili orman endüstri işletmelerinin genel yapısı. Turkish Journal of Forest Science, 5(1), 57-77.

Akyüz, KC, Serin, H, Akyüz, İ, Cındık, H 2003. Doğu Karadeniz bölgesindeki orman ürünleri sanayi işletmelerinin hammadde tercihleri ve tedarik sorunları.

Altiner, A, Bozkurt, E, Toktaş, Y 2018. Küreselleşme ve ekonomik büyüme: Yükselen piyasa ekonomileri için bir uygulama. Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar, (639), 1117-1161.

Erkan, B, Batbaylı, Ş 2017. Karadeniz Ekonomik İşbirliği Örgütü (KEİ) üyesi ülkelerin küresel pazarlardaki karşılaştırmalı üstünlükleri. Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi, 5(Özel Sayı Nisan 2017), 47-65.

FAOSTAT, 2022a. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Available at: https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO/visualize [15/10/2022]

FAOSTAT, 2022b. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Available at: https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL/visualize [15/10/2022]

FAOSTAT, 2022c. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Available at: https://www.fao.org/faostat/en/#data [15/10/2022]

FAOSTAT, 2022d. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) Available at: https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO [15/10/2022]

Gültekin, YS, Kayacan, B, & Ok, K 2009. Düzce İli Orman Endüstrisinin Odun Hammaddesi Talebi Üzerine Araştırmalar. Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 5(2), 75-94.

Kamacı, A 2018. Küreselleşme Sürecinde Çok Uluslu Şirketlerin Ekonomik Açıdan Değerlendirilmesi. Yönetim Ekonomi Edebiyat İslami ve Politik Bilimler Dergisi, 3(2), 81-92.

Keskin, HÜ, Şentürk, C, Demirel, O, Sezgin, A, 2009. Isparta'da orman ürünleri endüstrisi rekabet sorunları. II. Ormancılıkta sosyo-ekonomik sorunlar kongresi 19-21 şubat 2009, SDÜ, Isparta

Teeple, G. 2000. What is globalization?. In Globalization and its discontents (pp. 9-23). Palgrave Macmillan, London.

TÜİK, 2022. Turkish Statistical Institute (TUIK) Available at: https://iz.tuik.gov.tr/#/showcase/SC-2851FY777F34D2R?token=8d79727fff862a891ce574d27220bfebbf66fecd [15/11/2022]

Yıldırım, İ., Akyüz, K. C., Aydın, A., & Alevli, C., 2015. Orman ürünleri sanayinde tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının performans ve verimlilik üzerine etkileri. 2023'e Doğru 3. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu.

➢ *ORAL PRESENTATION*

The antiproliferative activity of Turkish Pistachio (*Pistacia vera*) rosy hull on melanoma

İrem DEMİR[1*] (*ORCID: https://orcid.org/*0000-0001-5699-05982), Zemheri ŞAMAN[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0165-7824*), Nurdan SARAÇ[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7676-542X)*, Ergun Kaya[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4255-3802*), Aysel UĞUR[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5188-1106)*

[1]Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Science, Biology Department, Muğla, Turkey.
[2]Muğla Sıtkı Koçman University, Faculty of Science, Molecular Biology and Genetics Department, Muğla, Turkey.
[3]Gazi University, Faculty of Dentistry, Department of Basic Sciences, Ankara, Turkey,

* Corresponding author e-mail: iremdemir@posta.mu.edu.tr

Abstract

Pistacia vera L, a member of the Anacardiaceae (Gum tree) family, is the consumable species of the *Pistacia* genus. Especially the Eastern and Southeastern Anatolia regions of Turkey provide very suitable conditions for the production of *P. vera* L. due to its ecological conditions. In addition to its commercial importance, *P. vera* L. has a very rich content in terms of vitamins, minerals, carbohydrates, and fiber, and these rich contents allow its medicinal use. In this study, the anti-proliferative activity of the ethanol extract of the rosy hull of the *P. vera* L. fruit on the A-375 malignant melanoma cell line was investigated. The viability of A-375 cells was measured by the MTT method, which is a colorimetric method, and the IC_{50} value was determined statistically. The IC_{50} value of *P. vera* L. on A375 cells was determined as 72.34 µg/ml. The findings obtained as a result of the study show that this extract can be used in the inhibition of malignant melanoma cells. These data have the potential to provide preliminary information to pharmaceutical raw material studies.

Keywords: Pistachio, melanoma, cytotoxic activity, MTT, A-375

INTRODUCTION

Pistacia vera (Pistachio), a member of the Anacardiaceae family, is an economically important species and it can be used as the drug in traditional medicine or as a flavoring in the food industry around the world (Çağlar et al., 2017). Turkey, Iran and the USA are the main regions where pistachio is grown and traded commercially (Barut et al., 2019). *P. vera* is widely grown in the cities of the Southeastern Anatolia region of Turkey such as Şanlıurfa, Gaziantep and Siirt (Çağlar et al., 2017). It has been determined that *P. vera* is rich in vitamins A, C, E and B (Shi et al., 2010; Yahia, 2011; Çağlar et al., 2017). In addition, it has also a high antioxidant content (Bolling et al., 2011). The hull part remains as waste from *P. vera* (Abolhasani et al., 2017). As a result of the researches made with this hulls, it was determined that it has antioxidant (Sarac and Ugur, 2014; Barut et al., 2019), antimutagenic (Sarac and Ugur, 2014) and antimicrobial (İnci and Kırbağ, 2019) properties and contains a high amount of anti-cancer substances. (Barut et al., 2019). In addition to these activities, cytotoxic activity and anti-inflammatory effects were also examined (Orhan et al., 2006; Almehdar et al., 2012).

The cytotoxicity tests are used for investigation of measuring cell damage, cell proliferation and the other metabolic properties (Li et al., 2015). These tests can be achieved *in vivo* and *in vitro*. *In vitro* studies are preferred to *in vivo* tests because of their advantages such as easy implementation and cheap. The *in vitro* cytotoxicity tests are based on the ratio of dead and live cells. One of these colorimetric tests is 3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-5-(3-carboxymethoxyphenyl)-2-(4-sulphophenyl)-2H-tetrazolium (MTT) using tetrazolium salts (Tokur and Aksoy, 2017). MTT is a yellow formazan salt and turns purple as a result of increased cell proliferation. The MTT test is used for cell viability and proliferation measurements (Mossman, 1983; Morgan, 1998).

Malignant melanoma is one of the types of skin cancer that occurs with the transformation of aggressive melanocytes into malignant, and it usually occurs in the epidermis. It is seen only in the epidermis in the early stages, but metastasizes in the dermis in the later stages (Göl and Erkin, 2018). In malignant melanoma, as in other types of cancer, early diagnosis is of great importance. Although its incidence is low, it is a type of cancer with a high mortality rate. Of all skin cancers, malignant melanoma cancer is known to be the most fatal. Although melanoma has a rate of less than 3% among skin cancers, it is responsible for approximately 75% of skin cancer-related deaths (Kyrgidis, 2017). In a study on a melanoma cell line, SKMEL-3, the cytotoxic value of the methanol extract of *P. vera* fruit peels was found to vary depending on the dose, and the IC_{50} value was calculated (Sarkhail et al., 2017).

In the current study, it was aimed to investigate the effects of *P. vera* rosy hull on A375 human malignant melanoma cell line. The obtained data will be preliminary data for the further cancer studies.

MATERIAL AND METHODS

2.1. Plant material

Fresh *P. vera* fruits were commercially obtained from Gaziantep in September 2022. Then, the rosy hulls on the outside of the fruit was peeled off, dried in the in conditions out of direct sunlight and grinded into powder.

2.2. Extraction of fruit rosy hull

The powdered rosy hull was extracted with a Soxhlet apparatus for about 3 hours using ethanol (96%). After the extraction, the ethanol was removed and the extract was stored at +4°C in a dark bottle.

2.3. Determination of Cytotoxic Activity

Passaging of Cell Cultures

A375 human malignant melanoma cell line was cultured in 25-well flasks with DMEM medium containing 10% fetal bovine serum (FBS) and 1% antibiotic. The cells that reached sufficient development were removed with Trypsin-EDTA, after cell counting with trypan blue, they were transferred to 96-well microplates and incubated.

Determination of the antiproliferative activity

The antiproliferative activity of *P. vera* fruit peel extract on A375 cell lines was determined by the MTT method (Mossman, 1983). The cells were transferred to 96-well plates with 10 000 cells per well and incubated for 24 hours at 37°C in 5% CO_2. Then, serial dilutions of the extract were transferred to the wells and incubation was continued for 24 hours at 37°C with 5% CO_2. After 24 hours, 20 µl of MTT was treated to the wells and left to incubate for 3 hours. After incubation, 100 µl of dimethyl sulfoxide (DMSO) was added to the wells and the measurement was made at 540 nm in the spectrophotometer, which was kept at room temperature in a shaking incubator for 20 minutes. The test sample was used in the concentration range of 12.50-100 µg/ml. The IC_{50} value was calculated statistically.

RESULTS

In the current study, the antiproliferative activity of the rosy hull extract of the *P. vera* on *in vitro* A375 melanoma cells was determined by MTT test. The highest inhibition was achieved with 100 µg/*m*l from the tested concentrations. At this concentration, A375 cells were inhibited by 94.28% (Figure 1). The IC_{50} value of the extract was calculated as 72.34 µg/*m*l.

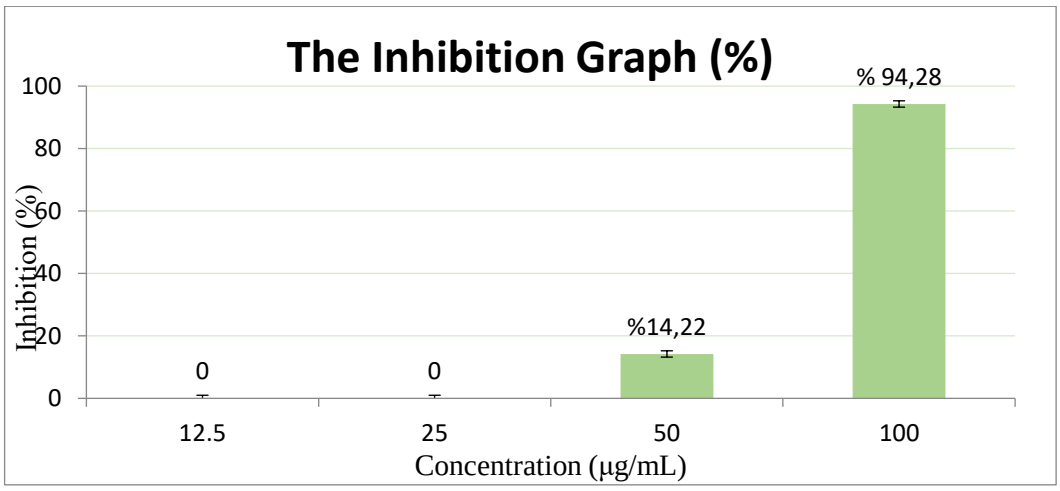


Figure 1. The percentages of inhibition determined by the MTT test

DISCUSSION

In the current study, the antiproliferative effect of the rosy hull extract of *P. vera* was investigated on the A375 human malignant melanoma cells. It has been determined that the inhibition rises in increasing doses of *P. vera* rosy hull extract. The malignant melanoma is the most fatal type of skin cancers (Kyrgidis, 2017). In a study achieved by Sarkhail et al (2017), the toxicity of methanol extract obtained from the hulls of *P. vera* plant on the SKMEL-3 cell line were investigated by MTT. The IC_{50} value in methanol was calculated as 137 µg/ml. In the current study, the IC_{50} value of the ethanol extract of *P. vera* rosy hull on A375 cells was calculated as 72.34 µg/ml. The different of IC_{50} values between the two studies may be due to the different solvents, the different cell lines and the different collection area of plant material The antiproliferative activity of *P. vera* rosy hull ethanolic extract, whose IC_{50} value was determined in this study, on cancer cells can be investigated in future studies. The IC_{50} value obtained from the current study will be used in further studies on the other different cancer cell lines.

CONCLUSION

As a result of the current study, it was observed that the inhibition percentages of *in vitro* A375 human malignant melanoma cells treated with *P. vera* rosy hull extract for 24 hours rised in increasing doses. According to the results of this study, the investigation of the effect of the *P. vera* rosy hull extract, which has a antiproliferative effect on melanoma cells, may be use on other cancer cells and it will be preliminary data for new drug designs.

KAYNAKÇA

Abolhasani, A., Barzegar, M., Sahari, M. A. (2018). Effect of gamma irradiation on theextraction yield, antioxidant, and antityrosinase activities of pistachio green hull extract. *Radiation Physics and Chemistry*, 144, 373-378.

Almehdar H., Abdallah H., Osman A., Abdel-Sattar E. 2012. In vitro cytotoxic screening of selected Saudi medicinal plants. Journal of Natural Medicines, 66: 406–412.

Barut, D., Tekin, H., Kiliç, İ. H., Taş, S., & Kurt, B. S. (2019). Antepfıstığı (Pistacia vera L.) Yumuşak Dış Kabuğunun Kimyasal Bileşimi ve Antioksidan Potansiyelinin Belirlenmesi. *Zeugma Biological Science*, *2*(1), 20-26.

Bolling, B.W., Chen, C.Y., McKay, D.L., Blumberg, J.B., 2011. Tree nut phytochemicals: composition, antioxidant capacity, bioactivity, impact 1 factors. A systematic review of almonds, Brazils, cashews, hazelnuts, macadamias, pecans, pine nuts, pistachios and walnuts. *Nutrition Research Reviews* 24(2): 244–275.

Çağlar, A., Tomar, O., Vatansever, H., & Ekmekçi, E. (2017). Antepfıstığı (Pistacia vera L.) ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Akademik Gıda*, *15*(4), 436-447.

Göl, İ., & Erkin, Ö. (2018). Knowledge and practices of primary care providers on skin cancer and skin self-examination. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, *52*.

İnci, Ş. & Kirbağ, S. (2019). Pistacia vera L.'nın Dış Kabuğunun Antimikrobiyal Etkisi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *8*(4), 1218-1222.

Kyrgidis, A. (2017). Melanoma epidemiology. In *Cutaneous Melanoma* (pp. 1-9). Academic Press.

Li, W., Zhou, J., & Xu, Y. (2015). Study of the in vitro cytotoxicity testing of medical devices. *Biomedical reports*, *3*(5), 617-620.

Morgan DM (1998). Tetrazolium (MTT) assay for cellular viability and activity. Methods Mol Biol 79: 179-183.

Mosmann, T. (1983). Rapid colorimetric assay for cellular growth and survival: application to proliferation and cytotoxicity assays. *Journal of immunological methods*, *65*(1-2), 55-63.

Nurdan, S., & Aysel, U. (2014). Antioxidant and antimutagenic activities of Turkish Pistachio (Pistacia vera) rosy hull extract.

Nurdan, S., & Aysel, U. (2014). Antioxidant and antimutagenic activities of Turkish Pistachio (Pistacia vera) rosy hull extract.

Orhan, I., Küpeli, E., Aslan, M., Kartal, M., & Yesilada, E. (2006). Bioassay-guided evaluation of anti-inflammatory and antinociceptive activities of pistachio, Pistacia vera L. *Journal of ethnopharmacology*, *105*(1-2), 235-240.

Rauf A., Patel S., Uddin G., Siddiqui B.S., Ahmad B., Muhammad N., Mabkhot Y.N., Hadda T.B. 2017. Phytochemical, ethnomedicinal uses and pharmacological profile of genus *Pistacia*. Biomedicine & Pharmacotherapy, 86: 393–404.

Sarkhail, P., Salimi, M., Sarkheil, P., & Kandelous, H. M. (2017). Anti-melanogenic activity and cytotoxicity of Pistacia vera hull on human melanoma SKMEL-3 cells. *Acta Medica Iranica*, 422-428.

Shi, J., Ho, C.T., Shahidi, F., 2010. Functional Foods of the East. In: Antioxidant Functional Factors in Nuts, Edited by Y. Kabir & J.S. Sidhu, CRC Press, Boca Raton, Londan, New York, 343-397p

Şule, İ., & Kirbağ, S. (2019). Pistacia vera L.'nın Dış Kabuğunun Antimikrobiyal Etkisi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *8*(4), 1218-1222.

Tokur, O., & Aksoy, A. (2017). In vitro sitotoksisite testleri. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *6*(1), 112-118.

Yahia, E.M., 2011. Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. Volume:4, Mangosteen to white sapote, In: Pistachio (*Pistacia vera* L.), Edited by M. Kashaninejad, Oxford Cambrige Philadelphia New Delhi, 218-246p.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Determination of Tribological Characteristics of amphiphilic hydrogels

Cansu Meltem Gürel[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3486-2074*), Koray ŞARKAYA[2*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0177-5134*), Gülşah AKINCIOĞLU[3] (*ORCIDhttps://orcid.org/0000-0002-4768-4935*), Abdulkadir ALLI[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7164-5629*)

[1]Düzce University, Faculty of Arts & Sciences, Department of Chemistry, Düzce, Turkey
[*2]Pamukkale University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Denizli, Turkey
[3]Duzce University, Department of Machine Design and Construction, Duzce, Turkey

*corresponding author e-mail: ksarkaya@pau.edu.tr

Abstract

One of the most important subjects for the regeneration and repair of living tissues in the human body is tribology. Hydrogels show promise for cartilage regeneration because of their biocompatibility and functionality compatible with the lubricating processes in cartilage tissue. Because their structures resemble articular cartilage, PHEMA poly(2-hydroxyethyl methacrylate)-based hydrogels with various degrees of crosslinking and hydrophilicity have received special consideration. This study aims to approach articular cartilage's mechanical and physicochemical properties as close as possible to the polymeric hydroxylated fatty acid (Plina-OH) incorporated in the PHEMA hydrogels. It includes an application to control the physicochemical properties of new hydrogels synthesized depending on the change in their content. For this aim, the tribological properties of amphiphilic PHEMA-based hydrogels were examined. Abrasion tests were carried out on a pin-on-disc tester linked with the ASTM G99-05 standard. Also, the friction coefficient, abrasion, and 3D surface topography of hydrogels were investigated. In addition, the specific surface area measurements and hydrophobicity test for prepared cryogels were performed for this study. After the oil-adsorption experiments as hydrophobicity test, cryogels are defined as amphiphilic cryogels so that contain both hydrophilic and hydrophobic cavities.

Keywords: Hydrogels, Cryogels, Hydroxylated fatty acids, tribology, friction coefficient, worn surface

INTRODUCTION

Articular cartilage is a highly compatible rubbery surface due to low wear rate and friction coefficient parameters [1]. Pain and joint dysfunction may occur after many osteoarticular diseases affect the articular cartilage tissue and damage the cartilage [2]. Studies are carried out to relieve the pain, convert the original tissue to its former function with flour, or develop synthetic biomaterials that are alternatives to the existing tissue [3,4]. Prostheses or implants can be used as synthetic biomaterial types [5]. However, some side effects of these procedures may occur, such as tissue availability, the potential for disease transmission, size, and wear [6]. Many studies in the literature increase the interest in new-generation polymeric systems to replace articular cartilage or optimize joint replacements [7]. Hydrogels can be evaluated among polymers that mimic articular cartilage since their structure contains high water content [8]. Due to their biocompatibility, ease of manufacture, and viscoelastic properties, synthetic hydrogels are highly suitable biomaterials for replacement agents for articular cartilage [9]. Hydrogels are hydrophilic polymers with cross-linked and intertwined three-dimensional networks that can hold water and other biological fluids as much as their mass. Due to the intense cross-links they contain, they are not biodegradable or insoluble [10]. They also resemble human tissue due to their biocompatibility and low surface tension [11]. Thus, due to their significant water mass, hydrogels can be considered among polymers that can replace articular cartilage and mimic human tissue. In particular PHEMA-based hydrogels with various properties such as degree of crosslinking, biocompatibility, and hydrophilicity are suitable synthetic polymers that mimic articular cartilage [12,13]. Three-dimensional macroporous hydrogels that can be synthesized by the free radical polymerization method at a temperature below the solvent's freezing point are called cryo-hydrogels (cryogels) [14]. Cryogels show higher mechanical stability, biocompatibility, and elasticity than hydrogels [15,16]. Cryogels have many applications covering biotechnological areas such as environment, health, and food [17–19]. Examining the tribological properties of hydrogels is a critical test to determine whether they can be evaluated as synthetic tissue. Within the framework of this idea, the tribological behavior of HEMA-based cryo-hydrogels containing hydroxylated

polymeric linoleic acid (PLina-OH) was investigated. Thus, by examining the tribological behavior of these new cryo-hydrogels depending on the change in the polymeric fatty acid content included in the structure of PHEMA cryogels, it is aimed to have an idea about whether they can be an alternative to articular cartilage replacement agents. Also, spesific surface area measurements and hydrophobicity test for cryogels were performed.

MATERIALS AND METHODS

Preparation and characterizations of cryogels

The procedures for the synthesis and physicochemical characterization of cryogels are presented in detail previously our work [20]. In addition to these studies, surface pore analyzes of cryogels were examined in detail. The specific surface area of the cryogels was determined using the BET instrument (Quantochrome SI, ANOVA TOUCH LX4, USA) in Kastamonu University Central Research Laboratory (MERLAB). Firstly, cryogel samples were weighed and placed in the sample chamber. Then, the samples were degassed in a nitrogen atmosphere at 95°C for an hour. Gas adsorption was carried out at -210°C and desorption at room temperature. The results obtained in the desorption step were used for specific surface area calculations. In addition, oil adsorption experiments were carried out to determine the hydrophobicity capacities of cryogels containing hydroxylated fatty acids. For this purpose, the oil adsorption capacity was determined by absorbing the cryogels into the oil-containing solution for 2 hours. Calculations were made using the equations in Equation (Eq) 1. Still, instead of water, traditionally used for swelling tests of cryogels, this time, sunflower oil was decisive as the ambient matrix.

$$\text{Oil Adsorption Capacity (\%)} = \frac{W_s - W_d}{Wd} \times 100 \qquad \text{Eq (1)}$$

For this equation, W_s represents the weight of the oil-adsorbed cryogel. Also, W_d is not-oil adsorbed (dried) cryogel.

Determination of Tribological Characteristics

Friction and wear tests were performed in a Pin-on disc tester according to ASTM G99-17 standard. Test samples were prepared by cutting the synthesized cryogels with a diameter of 6 mm and a length of 10 mm. Ck45 steel disc with Ra 0.2, 62 HRC hardness was used in the experiments. The test parameters are as follows; rotation speed 200 rpm, test time 12 sec, load 1 N. Friction tests were carried out at room temperature. Each test was repeated three times, and the obtained values were averaged. In the experiments, the wear rate was calculated by measuring the weight loss of the samples. Weight changes were measured on a Redwag brand balance.

RESULTS and DISCUSSION

Optical images of the cryogels used in this study are presented in figure 1. Cryogels are highly flexible and spongy, reflecting their traditional characteristics. On the other hand, the opaque color of the cryogels started to turn yellow with the increase of the hydroxylated oil composition in the polymer matrix. The cryogels used in this study were coded as HM-2, HM-4, HM-6, HM-8, and HM-10 in proportion to the added hydroxylated oil content. The PHEMA cryogel without hydroxylated fatty acids was symbolized as HM-O. (2: 20 µL PLina-OH, 4: 40 µL PLina-OH, 6: 60 µL PLina-OH, 8: 80 µL PLina-OH and 10: 10 µL PLina-OH)



Figure 1. Optical images of amphiphilic cryogels in this study

BET analysis is one of the methods used to determine the surface and porosity properties of cryogels. According to the results obtained for this purpose, the specific surface areas, pore diameter, and pore volumes of the cryogels are shown in Table 1.

Table 1. Surface area measurements of amphiphilic cryogels

Cryogel	Spesific surface area (m^2/g)	Pore diameter (nm)	Pore volume (cc/g)
HM-0	2,50245	1,739	0,00564807
HM-2	1,68337	1,74545	0,00380184
HM-4	1,85013	1,50375	0,00442233
HM-6	1,38038	1,88424	0,00332755
HM-8	1,55951	1,74193	0,00249492
HM-10	1,27933	2,20048	0,00227587

The oil adsorption experiment was carried out to evaluate the hydrophobic behavior of cryogels. For this, the cryogels were incubated for 2 hours in an environment containing sunflower oil. After two hours, the amount of sunflower oil adsorbed (d: 0.93 g/mL) was determined from the differences between the masses of the cryogels. As seen from the findings in Table 2, the oil-holding capacity of the cryogels increased with the increase in the hydroxylated polymeric fatty acid content in the cryogel. Based on these results, it is thought that hydroxylated polymeric fatty acids may form a hydrophobic cavity in the structure. Since cryogels contain both hydrophilic and hydrophobic formations in the same polymer matrix, the cryogels in this study are defined as amphiphilic cryogels.

Table 2. Oil adsorption results for amphiphilic cryogels

Cryogel	Oil adsorption (%)
HM-0	78
HM-2	105,59
HM-4	123,51
HM-6	129,75
HM-8	180,25
HM-10	210.05

The test results for the determination of tribological properties are as follows:
The average friction coefficient graph of PLinaOH-HEMA series and pure HEMA cryogels obtained in friction tests performed on a pin-on-disc tester is given in Figure 2. The lowest coefficient of friction was achieved in the HC-0 cryogel. The friction coefficients of the other cryogels ranged from 0.4 to 0.5.

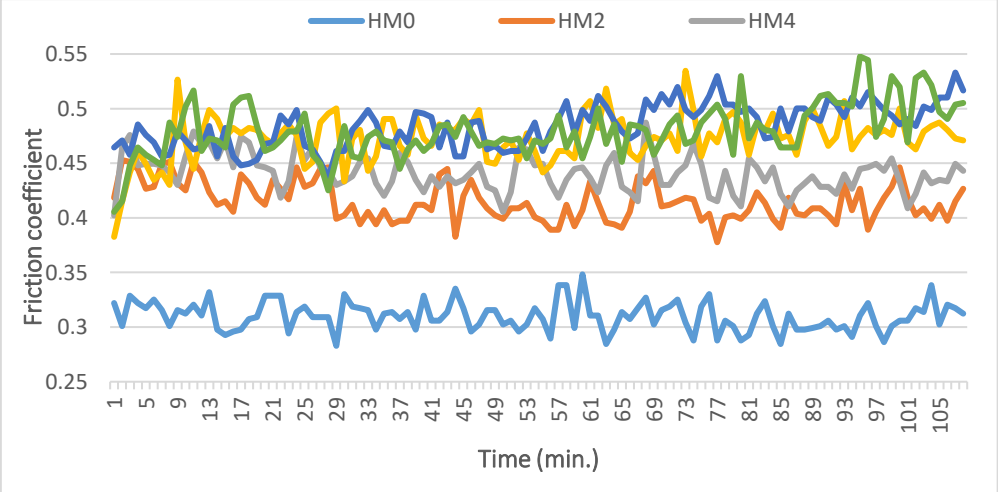


Figure 1. Average friction coefficient graph of HEMA-based amphiphilic cryogel series

The average friction coefficients of cryogels are given in Table 2. The friction coefficient of the HM-0 cryogel with the lowest friction coefficient was determined as 0.309969. The HM-8 cryogel has the highest friction coefficient, and the friction coefficient is 0.484278. The friction coefficient increased as the oil additive ratio to the cryogels increased. However, the friction coefficient of the HC-10 cryogel tended to decrease slightly.

Table 2. Friction coefficients of amphiphilic cryogels

Cryogel	Friction coefficient
HM-0 (plain HEMA)	0.309969
HM-2	0.414957
HM-4	0.44089
HM-6	0.473257
HM-8	0.484278
HM-10	0.479736

The average weight loss of cryogels obtained as a result of friction tests is given in Figure 3. The highest weight loss occurred in HM-0 samples. With the increase in the oil additive ratios to the cryogels, the friction coefficients increased slightly, but the weight losses decreased. From these results, it can be concluded that the oil additive to the cryogels contributes positively to the wear behavior of the cryogels. The decrease in the wear rate of oil-added cryogels results from the hydrophilic and hydrophobic nature of the hydroxylated polymeric fatty acid included in the system.

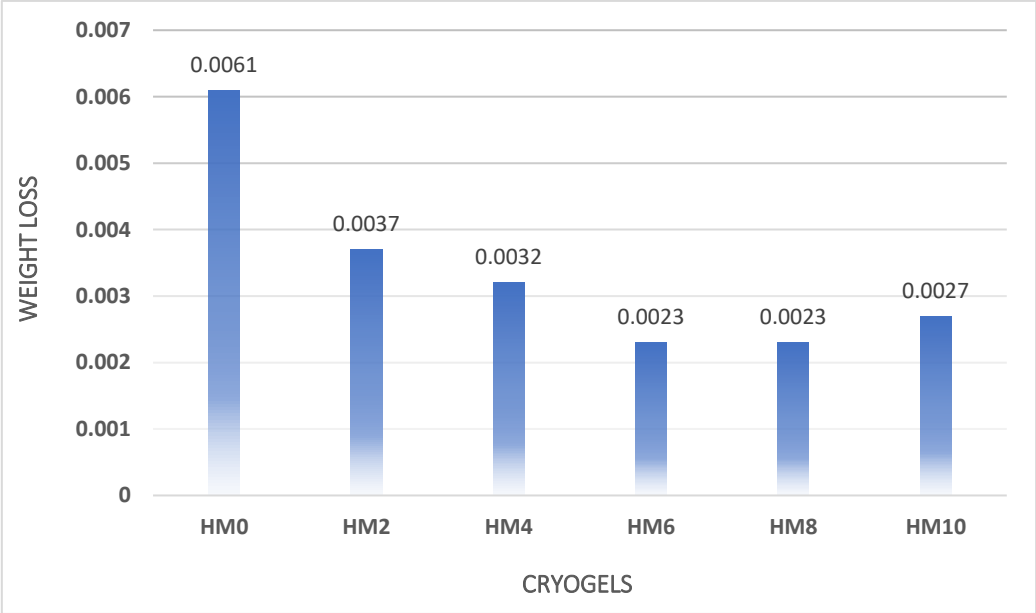


Figure 3. Average weight loss of cryogels

Worn surface images of PHEMA cryogels obtained as a result of friction tests are given in Figure 4. Figure 4.a shows the eroded surface images of HM-0 cryogels. SEM images of the HM-0 cryogel clearly show the formation of cracks. In these cryogels, wear was caused by the rupture of particles. It has been determined that the worn surface images formed by the debris show a rough characteristic with the broken particles. On the other hand, in HM-4 and HM-8 cryogels, it is seen that the eroded surface is tighter. It is seen that the smoothest surface is formed in the HM-8 cryogel. It was observed that the eroded surface became tighter and smoother with the increased oil content additive ratio added to PHEMA cryogel matrix.

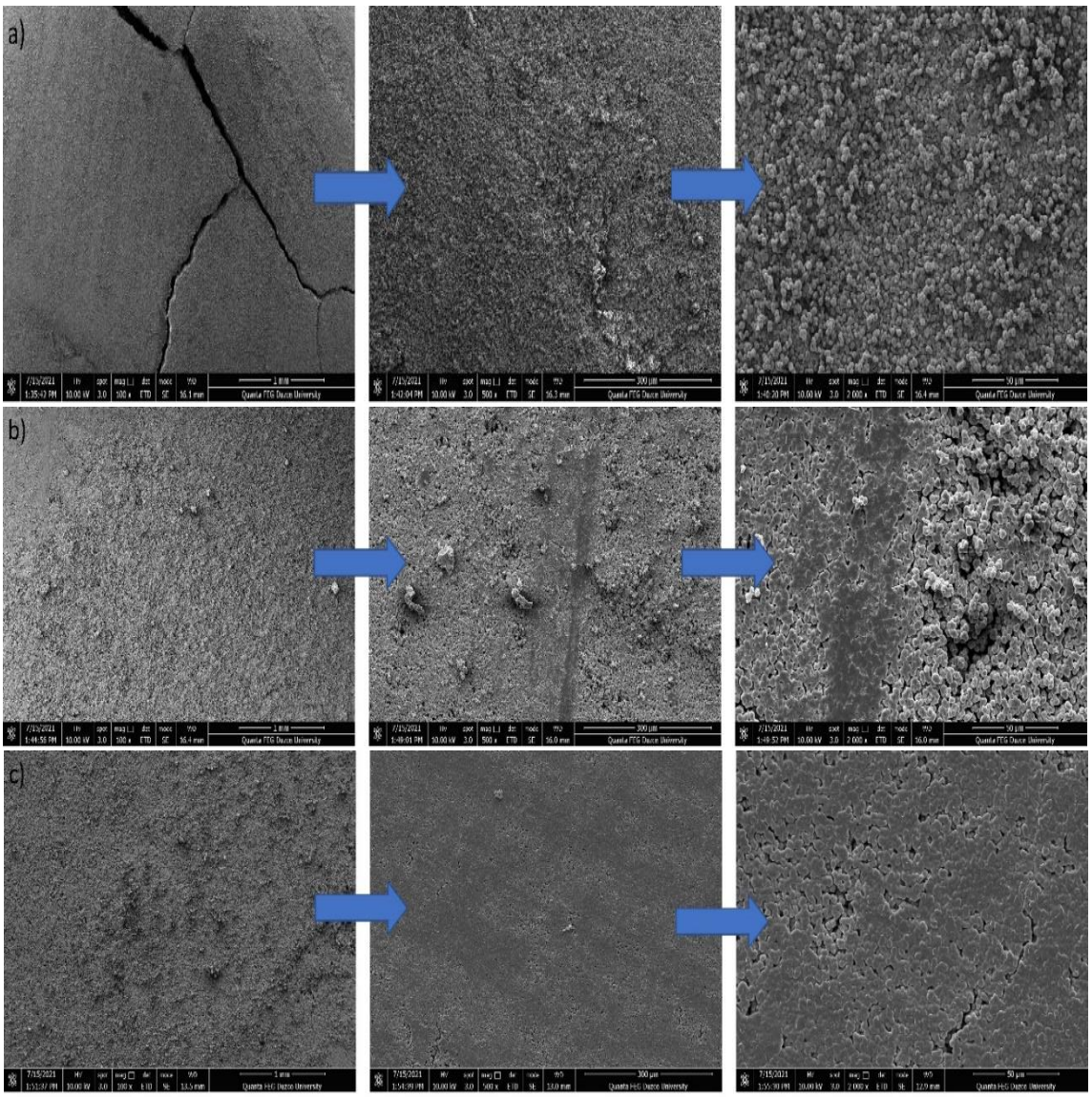


Figure 4. Worn surface images resulting from abrasion tests of amphiphilic cryogel series: a: HM-0, b: HM-4, c: HM-8.

CONCLUSION

Friction tests were performed to determine the tribological properties of HEMA-based amphiphilic cryogels, and it was determined that HM-0 had the lowest friction coefficient and HM-8 had the highest friction coefficient. However, a slight decrease was observed in the friction coefficient of the HC-10 cryogel. In general, it was concluded that the friction coefficient of the cryogels increased with the amount of hydroxylated fatty acids. In the impressions obtained from SEM images as a result of the wear tests, it was determined that the wearing surfaces of the HM-4 and HM-8 cryogels were more tightly-stacked, while the surface of the HM-8 cryogel was the smoothest. Therefore, it was generally concluded that the abraded surface was firmer and smoother with the increased amount of hydroxylated fatty acids.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by Düzce University Scientific Research Projects (Grant/Award Number: 2019.05.03.1024).

REFERENCES

[1] Ateshian GA, Hung CT. The natural synovial joint: Properties of cartilage. Proc Inst Mech Eng Part J J Eng Tribol [Internet]. 2006 [cited 2021 Apr 25];220:657–670. Available from: http://journals.sagepub.com/doi/10.1243/13506501JET86.
[2] Bostan L, Trunfio-Sfarghiu AM, Verestiuc L, et al. Mechanical and tribological properties of poly(hydroxyethyl methacrylate) hydrogels as articular cartilage substitutes. Tribol Int. 2012;46:215–224.
[3] Farnham MS, Ortved KF, Horner JS, et al. Lubricant Effects on Articular Cartilage Sliding Biomechanics Under Physiological Fluid Load Support. Tribol Lett [Internet]. 2021 [cited 2021 Apr 25];69:56. Available from: https://doi.org/10.1007/s11249-021-01430-0.
[4] Majd SE, Rizqy AI, Kaper HJ, et al. An in vitro study of cartilage–meniscus tribology to understand the changes caused by a meniscus implant. Colloids Surfaces B Biointerfaces. 2017;155:294–303.
[5] Parkes M, Tallia F, Young GR, et al. Tribological evaluation of a novel hybrid for repair of articular cartilage defects. Mater Sci Eng C. 2021;119:111495.
[6] Kim K, Geringer J, Pellier J, et al. Fretting corrosion damage of total hip prosthesis: Friction coefficient and damage rate constant approach. Tribol Int. 2013;60:10–18.
[7] Holloway JL, Lowman AM, Palmese GR. Mechanical evaluation of poly(vinyl alcohol)-based fibrous composites as biomaterials for meniscal tissue replacement. Acta Biomater. 2010;6:4716–4724.
[8] Arjmandi M, Ramezani M, Nand A, et al. Experimental study on friction and wear properties of interpenetrating polymer network alginate-polyacrylamide hydrogels for use in minimally-invasive joint implants. Wear. 2018;406–407:194–204.
[9] Kanca Y, Milner P, Dini D, et al. Tribological properties of PVA/PVP blend hydrogels against articular cartilage. J Mech Behav Biomed Mater. 2018;78:36–45.
[10] Sharma S, Tiwari S. A review on biomacromolecular hydrogel classification and its applications. Int J Biol Macromol. 2020;162:737–747.
[11] Ma R, Xiong D, Miao F, et al. Novel PVP/PVA hydrogels for articular cartilage replacement. Mater Sci Eng C. 2009;29:1979–1983.
[12] Trunfio-Sfarghiu AM, Berthier Y, Meurisse MH, et al. Multiscale analysis of the tribological role of the molecular assemblies of synovial fluid. Case of a healthy joint and implants. Tribol Int. 2007;40:1500–1515.
[13] Trunfio-Sfarghiu AM, Berthier Y, Meurisse MH, et al. Role of nanomechanical properties in the tribological performance of phospholipid biomimetic surfaces. Langmuir [Internet]. 2008 [cited 2022 Dec 8];24:8765–8771. Available from: https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/la8005234.
[14] Baimenov A, Berillo DA, Poulopoulos SG, et al. A review of cryogels synthesis, characterization, and applications on the removal of heavy metals from aqueous solutions. Adv Colloid Interface Sci. 2020;276:102088.
[15] Ak F, Oztoprak Z, Karakutuk I, et al. Macroporous silk fibroin cryogels. Biomacromolecules [Internet]. 2013 [cited 2021 May 1];14:719–727. Available from: https://pubs.acs.org/sharingguidelines.
[16] Şarkaya K, Akıncıoğlu G, Akıncıoğlu S. Investigation of tribological properties of HEMA-based cryogels as potential articular cartilage biomaterials. 2022; Available from: https://www.tandfonline.com/action/journalInformation?journalCode=lpte21.
[17] Karaduman AB, Çetin K. Molecularly Imprinted Cryogels for the Selective Adsorption of Salicylic Acid. Appl Biochem Biotechnol [Internet]. 2022 [cited 2022 Dec 8];1–11. Available from: https://link.springer.com/article/10.1007/s12010-022-04254-3.
[18] Saylan Y, Denizli A. Supermacroporous Composite Cryogels in Biomedical Applications. Gels 2019, Vol 5, Page 20 [Internet]. 2019 [cited 2022 Dec 8];5:20. Available from: https://www.mdpi.com/2310-2861/5/2/20/htm.
[19] Idumah CI. Recently emerging advancements in polymeric cryogel nanostructures and biomedical applications. https://doi.org/101080/0091403720222097678 [Internet]. 2022 [cited 2022 Dec 8]; Available from: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00914037.2022.2097678.
[20] Meltem Gürel C, Şarkaya K, Alli A. Preparation, Characterization and Investigation of Swelling Behavior of HEMA-Based Amphiphilic Semi-IPN Cryogels Containing Polymeric Linoleic Acid.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Robust stability augmentation system design for a medium-altitude long-endurance UAV

Rico Morasata[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8044-8320*), Elbrous Jafarov[2] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0002-7742-2514)

[*1]Istanbul Technical University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Istanbul, Turkey.
[2] Istanbul Technical University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, Istanbul, Turkey.

*Corresponding author e-mail: morasata20@itu.edu.tr

Abstract
The design of flight controllers for unmanned aerial vehicles (UAVs) may be subject to parametric uncertainties. These can negatively impact the stability of the aircraft. Also, the longitudinal dynamics of a fixed-wing UAV are characterized by inherent oscillatory modes. To dampen out these undesirable oscillations, air vehicles are equipped with automatic flight controllers known as stability augmentation systems (SAS). The current work elaborates on the design of a robust SAS for a medium-altitude long-endurance (MALE) UAV given a set of specifications. The flight controller is implemented using modified proportional-integral-derivative (PID) controllers. Tuning is carried out by means of an advanced algorithm. Furthermore, the system response is studied by varying a few parameters. Upon assessment, the pitch attitude controller meets the requirements. Moreover, closed-loop stability is achieved for both the nominal and the uncertain plants.

Keywords: UAV, SAS, robust flight controller

INTRODUCTION

For certain missions, UAVs present many advantages over conventional aircraft. Today, UAVs are used across a wide range of applications including aerial photography, monitoring, surveillance as well as disaster response (Lashari et al., 2019). The design of a UAV is a challenging task due to model uncertainties which may arise from parameter estimation. Thus, flight control systems are essential in order to compensate for the effects of model uncertainties and achieve the desired performance. For a fixed-wing UAV, the longitudinal dynamics comprise two oscillatory modes: the phugoid mode and the short-period mode (Nelson, 1998). Therefore, to improve closed-loop stability, automatic flight controllers known as SAS are incorporated into the UAV's onboard flight controller.

Various control strategies can be used to stabilize the aircraft. Given their relative simplicity and practicality, PID controllers are widely used in flight control systems. For instance, a PID controller was used to stabilize the motion of a quadrotor UAV (Salih et al., 2010). While PID controllers are commonly used in commercial autopilots, their main drawbacks include a lack of robustness and tuning difficulties (Chao et al., 2010). Also, one of the major limitations of the conventional PID controller is a phenomenon called setpoint kick; when subjected to a change in step input, there is a spike in the response due to the pure derivative action (Ogata, 2010). In order to improve the performance of the controller, different architectures known as *modified or two-degree-of-freedom (2-DOF) PID controllers* can be considered. Such PID controllers comprise two weighting factors for better reference tracking and disturbance rejection. Szafranski and Czyba (Szafranski and Czyba, 2011) investigated the various modified PID architectures to control a quadrotor UAV. They found that having the PI-D structure yielded the best performance. Other notable implementations of modified PID controllers for UAVs can be found in (Chen et al., 2016).

Robustness is of paramount importance for air vehicles to address model uncertainties. Several techniques have been developed to tackle the issue. For instance, intelligent algorithms based on evolutionary techniques, fuzzy logic, neural networks or hybrid methods have been of significant interest for flight controllers (Santoso et al., 2017). The authors noted that these methods' disadvantages include computational demands, uncertainty in the dataset, and potential stability issues. In this study, the robust flight controller design is carried out using MATLAB®.

MATERIALS AND METHODS

Aircraft parameters

In this work, the UAV considered has the following technical specifications (Albatross 2.2, 2022):

Table 1. General characteristics

Property	Value
Length	6.6 m
Height	1.7 m
Wingspan	15 m
Wing area	12.26 m^2
Aspect ratio	18.3
Empty weight	3,629.7 N
Maximum take-off weight	8,338.5 N
Maximum payload weight	2,746.8 N
Fuel capacity	350 l

Flight conditions

The autopilot design is carried out assuming the UAV is under the following flight conditions:

Table 2. Cruise flight conditions

Property	Value
Cruise speed	55 m/s
Cruise altitude	4,000 m
Mass at the beginning of the cruise phase	825 kg

Design requirements

The SAS design is subjected to the following time-domain specifications:

- Settling time : $T_s < 3\ s$
- Rise time : $T_r < 1.5\ s$
- % overshoot : $<\ 5\ \%$
- Steady-state error : $e_{ss} < 1\%$

Linearized Equations of Motion

The motion of a fixed-wing UAV is governed by a system of 12 first-order nonlinear differential equations. For flight mechanics analysis, the aircraft motion around trim points is of particular interest. Using the *small disturbance theory*, the linearized longitudinal equations of motion are as follows:

$$\left(\frac{d}{dt} - X_u\right)\Delta u - X_w\,\Delta w + (g\ \cos\theta_0)\,\Delta\theta = X_{\delta_e}\Delta\delta_e + X_{\delta_T}\Delta\delta_T \quad (1)$$

$$-Z_u\,\Delta u + \left[(1 - Z_{\dot{w}})\frac{d}{dt} - Z_w\right]\Delta w - \left[(u_0 + Z_q)\frac{d}{dt} - g\ \sin\theta_0\right]\Delta\theta = Z_{\delta_e}\Delta\delta_e + Z_{\delta_T}\Delta\delta_T \quad (2)$$

$$M_u\,\Delta u - \left(M_{\dot{w}}\,\frac{d}{dt} + M_w\right)\Delta w + \left(\frac{d^2}{dt^2} - M_q\,\frac{d}{dt}\right)\Delta\theta = M_{\delta_e}\Delta\delta_e + M_{\delta_T}\Delta\delta_T \quad (3)$$

In the above equations, Δu, Δv and Δw represent the perturbed velocity components in the x, y and z directions respectively. The quantities $\Delta\delta_T$, $\Delta\delta_e$, denote the increments in the throttle and elevator deflections respectively, which are the inputs to the system.

Quantities such as X_u and Z_q are known as dimensional stability derivatives; parameters such as M_{δ_e} are called dimensional control derivatives. The dimensional aerodynamic derivatives are functions of non-dimensional coefficients. For instance:

$$M_{\delta_e} = \frac{C_{m_{\delta_e}} QSc}{I_y} \quad (4)$$

The control derivative $C_{m_{\delta_e}}$ denotes the change in pitching moment coefficient with respect to the elevator deflection. Q is the dynamic pressure and is defined as

$$Q = \frac{1}{2}\rho_\infty u_\infty^2 \quad (5)$$

u_∞ and ρ_∞ are the freestream velocity and density respectively; S is the planform wing area; c is the wing mean aerodynamic chord; and I_y is the mass moment of inertia about the y-axis.

The aerodynamic derivatives can be estimated in many ways. In this work, the Athena Vortex Lattice (AVL) code (Drela and Youngren, 2022) was used to compute these coefficients.

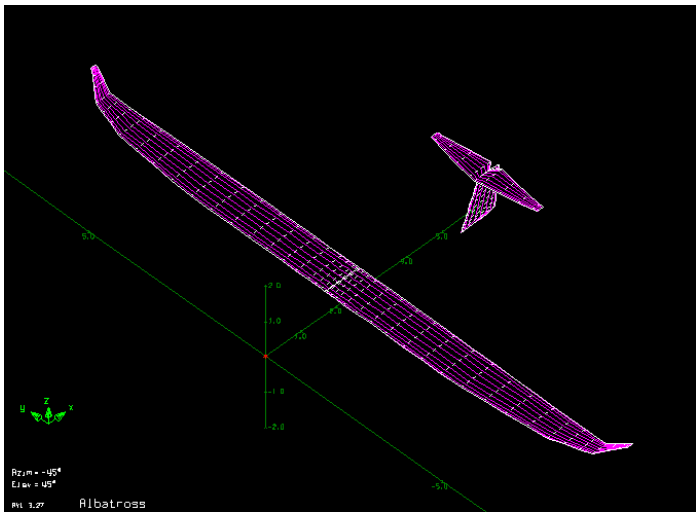


Figure 1. UAV aerodynamic model in AVL

The longitudinal dynamics of the aircraft can be expressed by the following state-space equations:

$$\dot{\boldsymbol{x}} = \boldsymbol{A}\boldsymbol{x} + \boldsymbol{B}\boldsymbol{\eta} \tag{6}$$

$$\boldsymbol{y} = \boldsymbol{C}\boldsymbol{x} + \boldsymbol{D}\boldsymbol{\eta} \tag{7}$$

In Eqs. (6) and (7), $\boldsymbol{A}$ denotes the state-space matrix, $\boldsymbol{B}$ the input matrix, $\boldsymbol{C}$ the output matrix and $\boldsymbol{D}$ the feedthrough matrix. $\boldsymbol{x}$ is the state vector, $\boldsymbol{\eta}$ the input vector, and $\boldsymbol{y}$ the output vector.

State-space representation

For the longitudinal dynamics of the aircraft:

$$\boldsymbol{A} = \begin{bmatrix} X_u & X_w & 0 & -g \\ Z_u & Z_w & u_0 & 0 \\ M_u + M_{\dot{w}}Z_u & M_w + M_{\dot{w}}Z_w & M_q + M_{\dot{w}}u_0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \tag{8}$$

$$\boldsymbol{B} = \begin{bmatrix} X_\delta & X_{\delta_T} \\ Z_\delta & X_{\delta_T} \\ M_\delta + M_{\dot{w}}Z_\delta & M_{\delta_T} + M_{\dot{w}}Z_{\delta_T} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \tag{9}$$

The state vector is defined as

$$\boldsymbol{x} = \begin{bmatrix} \Delta u \\ \Delta w \\ \Delta q \\ \Delta \theta \end{bmatrix} \tag{10}$$

The vector of control inputs is given by

$$\boldsymbol{\eta} = \begin{bmatrix} \Delta\delta_e \\ \Delta\delta_T \end{bmatrix} \tag{11}$$

In Eq. (10), Δq denotes the pitch rate increment and $\Delta\theta$ the pitch angle increment. The inputs to the plant are the elevator deflection angle $\Delta\delta_e$ and the throttle deflection $\Delta\delta_T$.
Assuming that these two quantities are measured, the output matrix is

$$\boldsymbol{C} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{12}$$

In this case, the feedthrough matrix is null.

$$\boldsymbol{D} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \tag{13}$$

Oscillatory modes

The characteristics of the longitudinal dynamics are summarized in the following table:

Table 3. Longitudinal modes

Eigenvalue pair	Mode	Undamped natural frequency ($\omega_n\ (rad/s)$)	Damping ratio (ζ)	Period ($T\ (s)$)
$\lambda_{1,2} = -2.593 \pm 4.34i$	Short-period oscillation	5.056	0.513	1.448
$\lambda_{3,4} = -0.005 \pm 0.210i$	Phugoid	0.211	0.0237	29.84

Aircraft transfer functions

Using the approximate short-period transfer function (Nelson, 1998), the elevator-deflection-to-pitch-rate transfer function is defined as

$$\frac{\Delta q(s)}{\Delta \delta_e(s)} = \frac{\left(M_{\delta_e} + M_{\dot{\alpha}} Z_{\delta_e}/u_0\right)s + \left(M_\alpha Z_{\delta_e}/u_0 - M_{\delta_e} Z_\alpha/u_0\right)}{s^2 - \left(M_q + M_{\dot{\alpha}} + Z_\alpha/u_0\right)s + \left(Z_\alpha M_q/u_0 - M_\alpha\right)} \tag{14}$$

Substituting the numerical values, this transfer function is given by

$$\frac{\Delta q(s)}{\Delta \delta_e(s)} = \frac{-0.3047s - 0.6143}{s^2 + 5.182s + 25.56} \tag{15}$$

The long-period transfer function that relates the pitch angle to the elevator deflection is expressed as

$$\frac{\Delta \theta(s)}{\Delta \delta_e(s)} = \frac{-\left(Z_{\delta_e}/u_0\right)s + \left(X_u Z_{\delta_e}/u_0\right) - \left(Z_u X_{\delta_e/u_0}\right)}{s^2 - X_u s - \left(Z_u g/u_0\right)} \tag{16}$$

With the nominal parameters, this transfer function is

$$\frac{\Delta \theta(s)}{\Delta \delta_e(s)} = \frac{3.568 \times 10^{-5} s + 5.136 \times 10^{-7}}{s^2 + 0.01339s + 0.04364} \tag{17}$$

The elevator servo transfer function is given by

$$\frac{\delta_e}{v} = \frac{k_a}{\tau s + 1} \tag{18}$$

v denotes the input voltage, δ_e the elevator deflection, τ the time constant of the actuator, and k_a the actuator gain. In this study, the time constant is assumed to be $\tau = 0.1\ s$ and the elevator gain is chosen to be $k_a = 10$.

PID controller design

The standard PID controller can be expressed as

$$C(s) = K_p\left(1 + \frac{1}{T_i\, s} + T_d s\right) \tag{19}$$

K_p is the proportional gain; T_i and T_d denote the integral and derivative time constants respectively.
A flight control system is expected to achieve good reference tracking, disturbance rejection, and zero steady-state error. For certain problems, conventional PID controllers can be tuned to have a satisfactory performance given these requirements.
However, if the system is subjected to a change in step input, the pure derivative action will produce a spike in the control signal. This is because the time derivative of the step function is the Dirac delta function. As a result, the control signal will involve a sharp pulse (Ogata, 2010). This phenomenon known as *setpoint kick* can be detrimental to process components.
To avoid such undesirable effects, 2-DOF PID controllers can be used.
There exist multiple equivalent architectures of 2-DOF PID controllers (Araki and Taguchi, 2003).

The general structure of a 2-DOF PID controller is shown in the following figure:

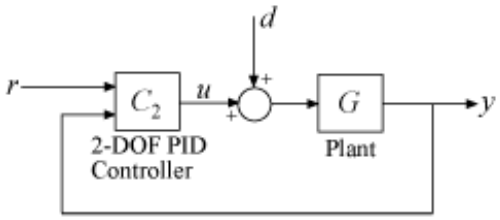


Figure 2. 2-DOF PID controller

In this work, the parallel form of the 2-DOF PID controller is considered. The control signal u can be expressed as

$$u = K_p(br - y) + \frac{K_i}{s}(r - y) + \frac{K_d\, s}{T_f\, s + 1}(cr - y) \tag{20}$$

K_p, K_i and K_d denote the proportional, integral and derivative gains respectively; u is the control signal; T_f denotes the derivative filter time; b and c are the setpoint weights on the proportional and derivative terms respectively; y represents the output signal and r is the reference input.

Flight controller architecture

The flight controller consists of two control loops: an inner loop with rate feedback provision and an outer loop for attitude control.

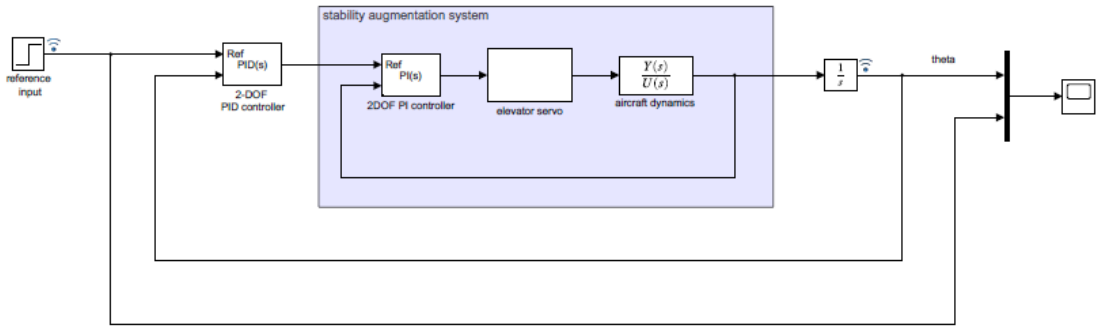


Figure 3. Pitch attitude controller architecture

RESULTS AND DISCUSSION

The system response is examined assuming a fixed throttle setting and a step elevator deflection of $\boldsymbol{\Delta\delta_e = 0.0873\ rad.}$

Open-loop response

Using the transfer function in Eq. (17), the open-loop response of the system to an elevator deflection is shown below:

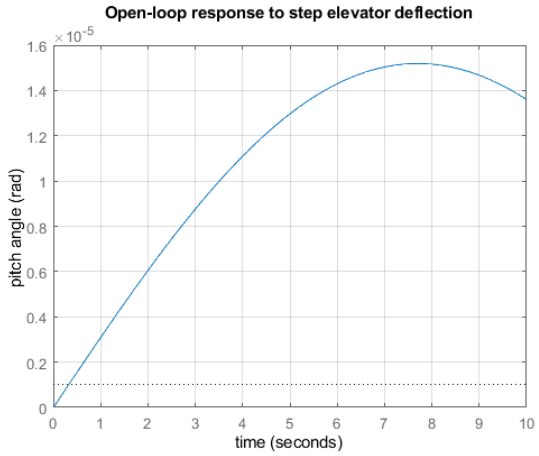


Figure 4. Open-loop response to step elevator deflection

It can be seen that the open-loop plant cannot adequately track the reference input. This poor performance warrants the aforementioned two-loop architecture; each loop comprising a controller and a feedback signal.

Closed-loop response

The tuning was carried out using Simulink® PID Tuner. The response of the system when subjected to a step elevator deflection of 0.0873 rad is shown below:

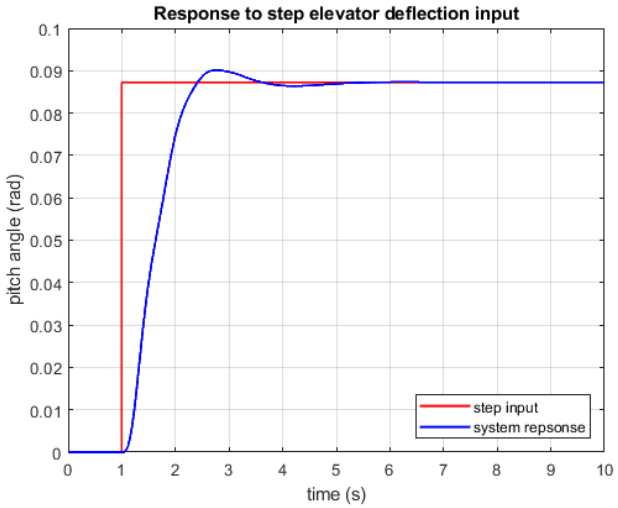


Figure 5. Nominal step response of the closed-loop system

The inner loop controller was found to be an integral-only controller with coefficient $K_i = 54.79$.

Furthermore, the outer loop is a 2-DOF PID controller with the following parameters:
$K_p = 6.47$, $K_i = 4.43$, $K_d = 0.625$, $T_f = 0.00113$, $b = 0.79$ and $c = 0.00809$.

The nominal response has the following time-domain characteristics:

- Settling time $T_s = 2.19\ s < 3\ s$,
- rise time $T_r = 0.862\ s < 1.5\ s$,
- % overshoot $3.25\% < 5\%$
- Steady-state error $e_{ss} = 0 < 1\%$

Thus, the specified design requirements are met.
It is worth noting that the steady-state error to a step input is zero. This is a property of a *Type 1 system*, which is characterized by the presence of one integrator.

Parametric uncertainties

The estimation of the stability and control derivatives lacks accuracy since the fuselage and propeller effects have been omitted. As a result, parametric uncertainties are present in the flight controller design. To design a robust pitch controller, it is assumed that there is 20% uncertainty in the values of $C_{m_{\delta_e}}$ and C_{m_α} and 10% uncertainty in C_{m_q}.

The tuning is carried out using a frequency-based approach: the target phase margins for the inner and outer loops are 60° and 45° respectively.

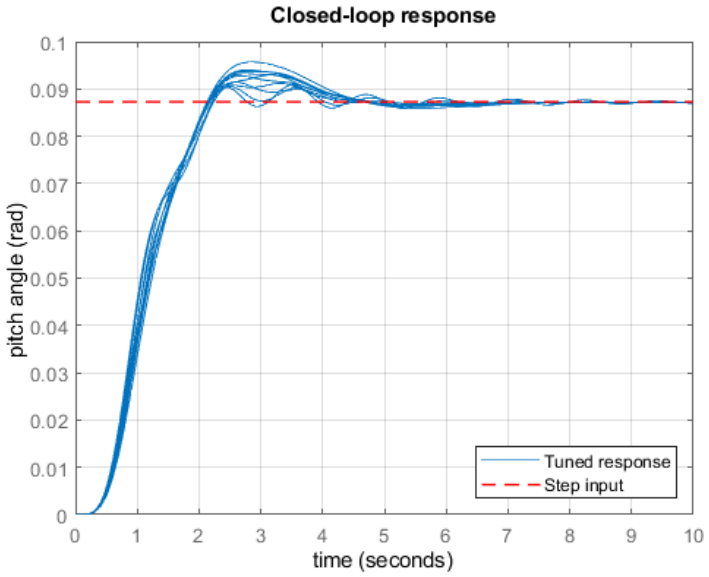


Figure 6. Closed-loop response under parametric uncertainty

The plotted responses are those of 10 cases. In all cases, the closed-loop responses are stable, although for certain parameter combinations, the transient response seems to be more oscillatory.

CONCLUSION

Oscillatory modes are inherent to the dynamics of a fixed-wing UAV. Stability augmentation systems (SAS) are crucial flight control systems to mitigate these effects. Flight control systems are required to be robust against model uncertainties as well as external disturbances. The current work discusses the design of a two-loop pitch attitude controller with SAS for a fixed-wing UAV given a set of design requirements. To improve the system response, 2-DOF PID controllers were used. The tuning of the PID parameters was carried out using MATLAB®'s built-in functionalities. It was determined that the nominal closed-loop response satisfies the time-domain specifications. In addition, the robustness properties were assessed by varying certain aerodynamic coefficients. A frequency-based approach was adopted for tuning the PID controllers. For the desired phase margins, both the inner and outer loops of the flight controller are closed-loop stable.

In future studies, further analyses will be carried out to investigate the effects of a higher number of uncertain parameters, external disturbances as well as sensor noise on the closed-loop response of the system. In addition, a custom algorithm will be developed for the tuning of robust controllers. The performance of said algorithm will then be assessed in terms of system response, stability margins, and computational cost.

References

Albatross 2.2 Fixed Wing UAV. (2022). Retrieved from UAVOS: https://www.uavos.com/images/brochures/ALBATROSS.pdf

Araki, M., & Taguchi, H. (2003). Two-Degree-of-Freedom PID Controllers. *International Journal of Control Automation and Systems, 1*, 401-411.

Chao, H., Cao, Y., & Chen, Y. Q. (2010). Autopilots for small unmanned aerial vehicles: a survey. *International Journal of Control Automation and Systems, 8*, 36-44.

Chen, X.-H., Haq, E. U., & Lin, J. (2016). Design, modeling and tuning of modified PID controller for autopilot in MAVs. *2016 17th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD)*, (pp. 475-480).

Drela, M., & Youngren, H. (2022, February). *AVL 3.40 User Primer*. Retrieved from AVL: http://web.mit.edu/drela/Public/web/avl/avl_doc.txt.

Lashari, H. N.-U.-R. (2019). Applications of unmanned aerial vehicles: a review. doi:10.17993/3ctecno.2019.specialissue3.85-105.

Nelson, R. C. (1998). *Flight stability and automatic control* (2nd ed.). WCB/McGraw-Hill .

Ogata, K. (2010). *Modern Control Engineering.* Upper Saddle River, NJ: Pearson.

Salih, A., Moghavvemi, M., Haf, M., & Gaeid, K. (2010). Flight PID controller design for a UAV quadrotor. *Scientific Research and Essays, 5*, 3660-3667.

Santoso, F., Garratt, M., & Anavatti, S. G. (2017). State-of-the-Art Intelligent Flight Control Systems in Unmanned Aerial Vehicles. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 1-15. doi:10.1109/TASE.2017.2651109.

Szafranski, G., & Czyba, R. (2011). Different approaches of PID control UAV type quadrotor. *The International Micro Air Vehicles Conference*, 70-75.

Tune 2-DOF PID Controller (Command Line). (2022, November 28). Retrieved from MathWorks: https://www.mathworks.com/help/control/ug/tune-2-dof-pid-controller-command-line.html.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemlerinde Anti-Spoofing Teknikleri

Farman SHALIZADA, Kadriye YAMAN

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Havacılık Elektrik ve Elektroniği A.B.D, Doktora Öğrencisi

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Havacılık Elektrik ve Elektroniği

farmanshalizada@eskisehir.edu.tr, kyaman@eskisehir.edu.tr

Özet

Küresel Uydu Seyrüsefer Sistemleri (*GNSS*: Global Navigation Satellite Systems), gerek askeri gerekse sivil kapsamda pek çok alanda yaygın bir şekilde kullanılan ve uydulardan yayınlanan sinyallere dayalı olarak kullanıcılara yüksek doğrulukta konum, zaman, hız bilgilerini sağlayan en önemli seyrüsefer yardımcısı olarak görülmektedir. Uydulardan yayınlanan sinyaller oldukça yüksek doğrulukta olmasına rağmen uydulardan, yayınım ortamından ve alıcıdan kaynaklanan bir takım hata kaynakları nedeniyle hesaplanan konumsal bilgilerde bir miktar hata ortaya çıkmaktadır. Sistemin doğası gereği oluşabilecek bu hata kaynaklarının yanı sıra sinyal karıştırma (jamming) ve taklit sinyal (spoofing) yayınlama gibi bir takım kasıtlı uygulamalarla da alıcının elde ettiği konumsal bilgilerdeki hata miktarı ciddi oranda artırılabilir. Uydu sistemlerinin özellikle hava taşımacılığı açısından uçuşun tüm safhalarında yegâne seyrüsefer yardımcısı olarak kullanıldığı göz önünde bulundurulduğunda, bu tip kasıtlı bozucu etkiler önemli bir tehdit olarak görülebilir. Bu çerçevede uydu sistemlerinin modernizasyon programları ile birlikte gerek sinyal gücünü artırarak sinyal karıştırmayı önleme (anti-jamming), gerekse yanıltıcı yayınları engellemek üzere aldatmaya karşı koruma (anti-spoofing) teknikleri geliştirme konusunda yapılan araştırmaların arttığı görülmektedir. Bu çalışmada GNSS'de sivil kullanıcılar açısından sinyal güvenliğini tehlikeye sokabilecek taklit sinyal yaklaşımları ve bunları engellemek için uygulanan aldatmaya karşı koruma tekniklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Küresel Seyrüsefer Uydu Sistemleri (GNSS), Sinyal Karıştırma (Jamming), Sahte Sinyal (Spoofing), Navigasyon Mesajı Kimlik Doğrulaması (NMA)

Anti-Spoofing Techniques in Global Navigatıon Satellite Systems

Abstract

Global Satellite Navigation Systems (GNSS: Global Navigation Satellite Systems) is seen as the most important navigation aid, which is widely used in many fields, both military and civilian, and provides users with high-accuracy location, time and speed information based on signals broadcast from satellites. Although the signals broadcast from the satellites are of very high accuracy, some error occurs in the calculated positional information due to some error sources originating from the satellites, the broadcasting environment and the receiver. In addition to these error sources that may occur due to the nature of the system, the amount of error in the positional information obtained by the receiver can be significantly increased by some deliberate practices such as jamming and spoofing. Considering that satellite systems are used as the only navigation aid in all phases of flight, especially in terms of air transport, such deliberate disruptive effects can be seen as a significant threat. In this context, with the modernization programs of satellite systems, it is seen that the researches on both preventing signal jamming by increasing the signal strength and developing anti-spoofing techniques to prevent misleading broadcasts have increased. In this study, it is aimed to examine the spoofed signal approaches that may endanger the signal security for civilian users in GNSS and the anti-deception techniques applied to prevent them.

Keywords: Global Navigation Satellite System (GNSS), Jamming, Spoofing, Navigation Message Authentication (NMA)

1. Giriş

Günlük hayatın vazgeçilmez bir parçası olan uydu sistemlerinin tarihsel gelişimine bakıldığında uydu teknolojisi ile ilgili çalışmaların 1950'li yılların ortalarında başladığı görülmektedir. Sovyetler Birliği ve Amerika tarafından uzaya gönderilen ilk uydulardan elde edilen veriler ışığında uydu teknolojisinin

haberleşme, seyrüsefer, izleme, meteoroloji vb. gibi pek çok alanda kullanılabileceği kanıtlanmıştır. İlerleyen yıllarda Amerika'nın geliştirdiği Transit ile Sovyetler Birliği'nin Tsikada sistemleri sayesinde özellikle deniz taşımacılığında iki boyutlu konum belirleme işlemi yapılabilmiştir. Gelişen teknoloji ile birlikte uydulara eklenen atom saatleri, taşıyıcı frekansı modüle etmek için kullanılan Sahte Rastgele Gürültü (PRN: Pseudo Random Noise) olarak adlandırılan kodlar sayesinde de üç boyutlu konum belirleme işlemi kullanılabilir hale gelmiştir. Bu sayede mevcut uydu sistemlerinin gelişiminde hızlı bir ilerleme kaydedilmiştir. Günümüzde GNSS kapsamında yer alan Amerika'nın Küresel Konum Belirleme Sistemi-GPS (Global Navigation Satellite System), Rusya'nın GLONASS (Globalnaya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema), Avrupa'nın GALILEO ve Çin'in BeiDou-3 sistemleri yer almaktadır [1]. Bu sistemlerin belirli taşıyıcı frekansları üzerinden yayınladıkları sivil ve askeri amaçlı tasarlanan PRN kodları ve seyrüsefer mesajları sayesinde kullanıcılar konumlarını teorik olarak ortalama 5-10 m'lik hata ile hesaplayabilmektedir. Kullanıcının konumsal doğruluğunu etkileyen faktörler genel olarak uydu yörünge hatası, uydu saat hatası, uydu geometri hatası, iyonosferik hata, troposferik hata, alıcı gürültüsü, yansıma hatası şeklinde sıralanabilir [2]. Gelişen teknoloji ve bir takım modernizasyon çalışmaları kapsamında hata miktarının 1 m'nin altına inmesi konusunda çalışmalar halen devam etmektedir.

Günümüzde özellikle sivil kullanıcılar için yayınlanan sinyallerin taşıyıcı frekanslarının, kullanılan modülasyon tekniklerinin ve seyrüsefer mesaj içeriklerinin açık kaynaklardan elde edilebilir olması uydu sistemlerinde sinyal güvenilirliği konusunu ön plana çıkarmaktadır. 20000-25000 km uzaklıktaki uydulardan iletilen sinyaller alıcıya ulaşana kadar zayıfladığı için sinyal girişime karşı oldukça hassastır. Bu da sinyali bozmak amacıyla yapılabilecek yayın karıştırma (jamming) işlemlerinin kullanılabilir olacağı anlamına gelmektedir. Uydu sistemleri için bir diğer önemli konu ise yine açık kaynaklardan elde edilen sinyal özellikleri ile sinyalin taklit edilebilecek (spoofing) olmasıdır [3]. Dolayısıyla yerdeki bir verici tarafından üretilen ve orijinal sinyalden ayırt edilmesi mümkün olmayan bir sinyal yayınlanması kullanıcının hesapladığı konumsal bilgiyi tamamen yanlış hale getirecektir. Bu tip bozucu bir etkiye maruz kalmak çok hassas konumsal doğruluk gerektiren uygulamalar ve özellikle de hava taşımacılığı açısından son derece kritik öneme sahiptir. Bu kapsamda yapılan literatür araştırması araştırmacıların son yıllarda GNSS ile sunulan hizmetlerin güvenilirliğini artırmak amacıyla çeşitli aldatmaya karşı koruma (antispoofing) teknikleri üzerinde çalıştıklarını ortaya koymaktadır. *Kim ve ark*. 2013 yılında yapmış oldukları çalışmalarında GNSS sinyal üreteci simülatör yazılımını kullanarak taklit sinyali ürettikten sonra mevcut GPS sinyalleri ile senkronize etmiş ve sinyal gücü izleme yöntemi kullanarak taklit sinyali engellemişlerdir [4]. *Yuan ve ark*. 2016 yılında yapmış oldukları çalışmalarında BeiDou için sivil seyrüsefer bilgilerinin güvenirliğini sağlamak üzere ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm) algoritmasını ile TESLA (Timed Efficient Stream Loss-Tolerant Authentication) protokolü kombinasyonunu kullanmışlardır. Bu sayede alıcının kimlik doğrulama verimliliğinin arttığını vurgulamışlardır [5]. *Kerns ve ark*. 2016 yılındaki çalışmalarında GPS'in CNAV mesajı için veri güvenliğini sağlamak üzere hibrit bir ECDSA-TESLA protokolü önermişlerdir [6]. *Motella ve ark*. (2021) araştırmalarında farklı uydu sistemlerinin birlikte kullanılabilirliğini dikkate alarak hem GPS hem de Galileo uydu sinyalleri için ortak bir Chimera ve OSNMA (Open Service Navigation Message Authentication) yöntemi önermişlerdir [7]. *Hernandez ve ark*. (2015) Galileo'da E6 üzerinden iletilecek ticari sinyalinin tüm yayınım kodunu şifrelemiş ve ayrıca TESLA protokolüne dayalı bir seyrüsefer kimlik doğrulaması tasarlamışlardır [8].

Bu çalışmada GNSS'de özellikle sivil kullanıcılar sinyal güvenliğini tehlikeye sokabilecek taklit sinyal yaklaşımları ve bunları engellemek için uygulanan aldatmaya karşı koruma (anti-spoofing) tekniklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda öngörülen tekniklerin maliyet, uygulanılabilirlik ve güvenilirlik açısından sağladığı üstünlükler ile geleceğe yönelik eğilimler ortaya konulmuştur.

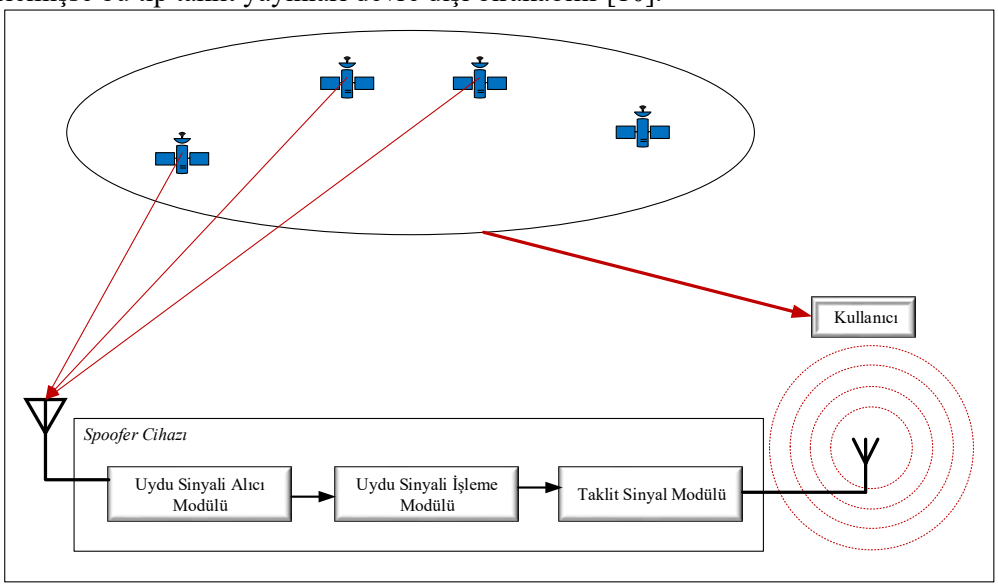
2. GNSS'de Taklit Sinyal (Spoofing)

Daha önce bahsedildiği üzere küresel uydu seyrüsefer sistemlerinde özellikle sivil kullanıcılara yayınlanan sinyal bileşenlerinin teknik özelliklerine erişebilir olması kötü amaçlı kullanıcılar açısından sinyal güvenilirliğini etkileyebilecek öneme sahiptir. Bu kapsamda uydulardan gönderilen sinyalin taklit edilmesinde Üretilen Taklit Yayın (*GSA*: Generating Spoofing Attack) ve İletilen Taklit Yayın (*FSA*: Forwarding Spoofing Attack) olarak tanımlanan iki tür teknik dikkati çekmektedir. GSA'da uydudan gönderilen yayının bir benzeri spoofer adı verilen bir cihaz tarafından üretilerek alıcıya gönderilir. FSA'da ise uydudan gönderilen sinyal yakalanarak alıcıya belirli bir gecikme ile gönderilir. Alıcıya gönderilen bu sinyal, iletim gecikmesi ve sinyal genliğindeki farklılık dışında gerçek sinyal ile tamamen aynıdır. Dolayısıyla kullanıcı açısından hatalı yayınım gecikmesi ile hesaplanan menzil ölçüm değeri ve konum bilgisindeki hata miktarı artacaktır [9].

Kullanıcı sinyalinde bozucu etki yaratmak amacıyla yukarıda genel olarak tanımlanan iki tür teknik özelinde uygulanabilecek üç tip taklit sinyal yaklaşımı bulunmaktadır. Bu yaklaşımlar Tekrarlı Taklit Sinyal

(*RSA*: Replay Spoofing Attack), Tahmini Taklit Sinyal (*ESA*: Estimation Spoofing Attack) ve Sahte Taklit Sinyal (*FSA*: Forgery Spoofing Attack) olarak adlandırılmaktadır.

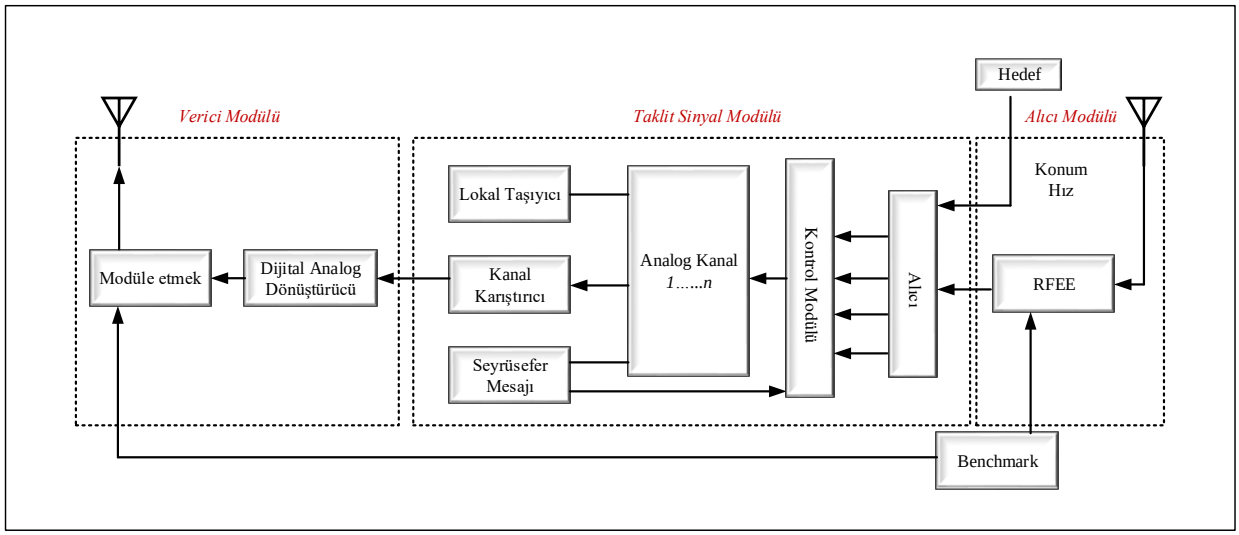
***Tekrarlı Taklit Sinyal (RSA)*:** Bu yaklaşımda çok antenli bir spoofer cihazı gerçek uydu sinyalini yakaladıktan sonra, bu sinyalin genliğini dolayısıyla gücünü de artırarak yapay bir gecikme ile alıcıya gönderir (Şekil 1). Bu şekilde taklit edilen sinyaller tek bir yönden geldiği için alıcı gerçek uydu yayınlarının geliş yönünü belirlemişse bu tip taklit yayınları devre dışı bırakabilir [10].



Şekil 1. Tekrarlı Taklit Sinyal (RSA) [10].

***Tahmini Taklit Sinyal (ESA)*:** Bu yaklaşım, kullanıcılara gönderilen seyrüsefer mesajı içindeki güvenlik kodunun çözülmesine (*FEA*: Forward Estimation Attack) veya tahmin yürütülerek (*SCER*: Security Code Estimation and Replay) sahte güvenlik kodu oluşturulmasına dayanan bir yöntemdir. Seyrüsefer mesajlarında sinyal güvenliğini garantilemek amacıyla genellikle özel algoritmalar kullanılarak şifrelenmiş güvenlik kodları bulunur ve bunların çözülmesi oldukça zordur. ESA yaklaşımında seyrüsefer mesajı içerisindeki bu güvenlik kodları spoofer cihazı tarafından başarılı bir şekilde tahmin edildikten sonra taklit sinyal oluşturmak için gerçek uydu sinyalinin parametreleri ve yayınım kodları kopyalanır. Taklit sinyalin oluşturulması iyi bir tahmin yapılmasını gerektirdiğinden gerek *SCER* gerekse ESA yaklaşımları uygulanması oldukça zor yöntemlerdir. Uydu sistemlerinde sinyal güvenilirliğini sağlamak adına olası bu tip tehditleri ortadan kaldırmak için günümüzde pek çok araştırma ve uygulama yapılmaktadır. Bu uygulamalara örnek olarak bir sonraki bölümde açıklanacak olan Seyrüsefer Mesaj Doğrulama (*NMA*: Navigation Message Authentication) tekniği verilebilir [11].

Sahte Taklit Sinyal (FSA): Bu yaklaşımda uygulanan yöntem Şekil 2'den de görüldüğü üzere genel olarak üç adımdan oluşmaktadır. İlk aşamada yakalanan uydu sinyali Radyo Frekansı Ön Ucu (*RFFE*: Radio Frequency Front End) vasıtasıyla modülün alıcısına iletilir. Bu alıcı aynı zamanda taklit sinyal gönderilecek hedefin yerini ve hızını belirlemek için gerçek zamanlı izleme yapar. İkinci aşamada yakalanan ve alıcı kısmına gönderilen gerçek uydu sinyali kontrol modülüne iletilir. Kontrol modülünde gerçek seyrüsefer mesaj içeriği taklit seyrüsefer mesaj içeriği $\{D_i\}^n$ ile değiştirildikten sonra taklit edilen sinyal analog kanallara bölünerek mikser vasıtasıyla verici modülüne gönderilir. Burada modüle edilen taklit sinyal hedeflenen kullanıcıya gönderilir [12].



Şekil 2. Sahte Taklit Sinyal (FSA) [12].

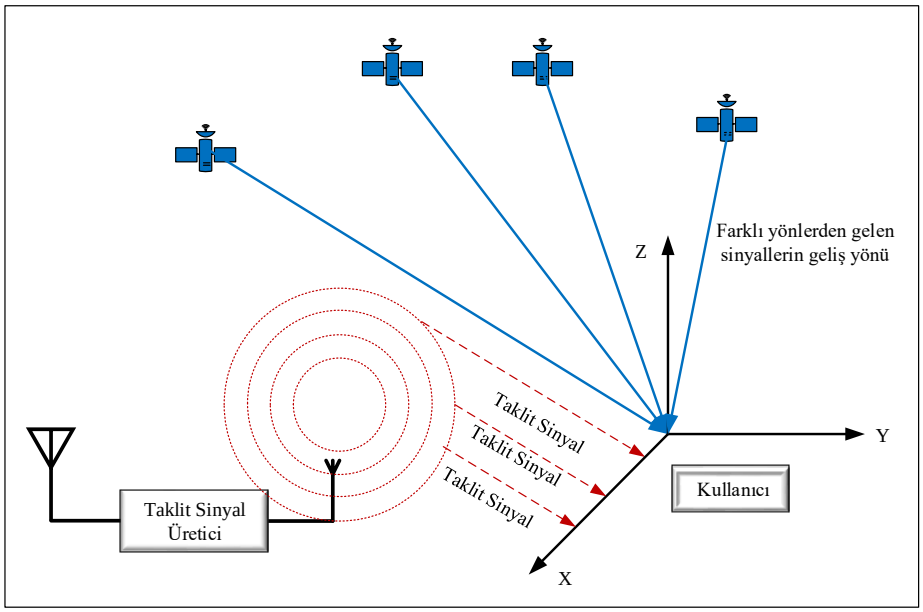
3. Aldatmaya Karşı Koruma (Antispoofing) Teknikleri

Günümüzde GNSS uydularından alınan sinyallerinin ikinci bölümde açıklandığı üzere çeşitli şekillerde taklit edilebilecek ya da yerdeki bir verici tarafından üretilebilecek olması araştırmacıları bu tip girişimleri önlemek amacıyla neler yapılabileceği konusundaki araştırmalara yönlendirmiştir. Bu kapsamda gelişen teknoloji ile birlikte geliştirilen ve halen üzerinde çalışmaların devam ettiği çeşitli aldatmaya karşı koruma (antispoofing) yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler sinyal ve veri düzeyinde olmak üzere iki şekilde sınıflandırılabilir. Çalışmanın bu bölümünde her iki yaklaşımda uygulanan teknikler halinde açıklanmıştır.

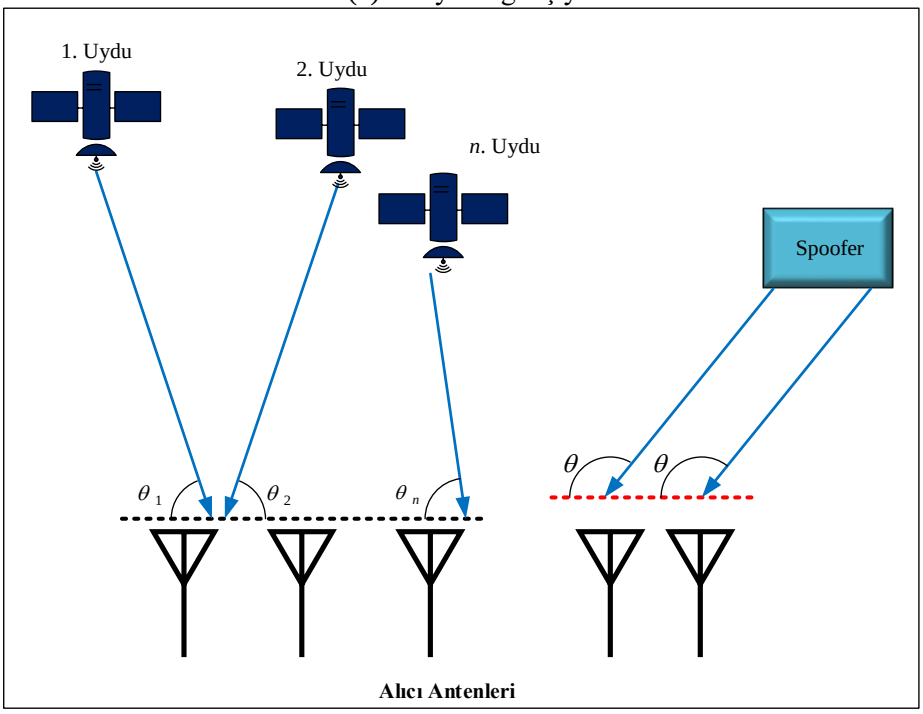
3.1 Sinyal Düzeyinde Aldatmaya Karşı Koruma Teknikleri

Mevcut uygulamalarda taklit sinyalleri sinyal düzeyinde engelleyebilmek amacıyla kullanılan dört teknik bulunmaktadır.

- *Sinyal Varış Zamanı Farkı*: Uydulardan gönderilen sinyaller spoofer alıcı cihazı vasıtasıyla yakalandıktan sonra çeşitli yöntemlere tabi tutularak gerçek kullanıcılara iletilebilir. Alıcı anteninin faz merkezine ulaşan uydu sinyalleri arasındaki zaman farkı belirli bir aralığın dışındaysa bu sinyalin taklit bir sinyal olduğu alıcı tarafından tespit edilerek devre dışı bırakılabilir.
- *Antene Dayalı Tespit*: Bu yöntemde alıcı anteni tarafından alınan bir sinyal için uzamsal filtreleme teknikleri kullanılır. Diğer bir ifadeyle antene gelen sinyallerin gerçek uydudan mı yoksa spoofer cihazından mı geldiğini tespit etmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Uydular yörünge üzerinde sürekli hareket ettiği için iletilen sinyaller uzamsal özelliklere sahiptir ve farklı yönlerden iletilmektedir. Spoofer cihazı ile iletilen sinyaller ise sabit bir yerden ve sürekli aynı yönden iletilmektedir. Bu tespit yönteminin uygulanabilmesi için alıcıda sinyal yakalama ve izleme devreleri bulunmalı ve anten açısından bir takım düzeltmeler yapılmalıdır. Ek bir donanım gerektirmesi nedeniyle bu yöntem oldukça yüksek maliyetlidir [13-14].
- *Doppler Kaymasına Dayalı Tespit Yöntemi*: Uydunun alıcıya yaklaşma ve uzaklaşma durumuna bağlı olarak gönderilen sinyalin frekansında kaymalar meydana gelir. Alıcı izleme ünitesinde de Doppler Ofset Detektörü (*DOD*: Doppler Offset Detector) vasıtasıyla iletilen sinyalin Doppler kayması hesaplanır. Eğer Doppler kayma değeri önceden belirlenmiş bir eşik değerini aşıyorsa sinyalin uydudan iletilmediği anlaşılır [15].
- *Sinyal Geliş Yönü ve Açısına Dayalı Tespit Yöntemi:* Elektromanyetik dalganın yönü değişmez ve taklit edilmesi imkânsızdır. Şekil 3 (a)'da görüldüğü gibi spoofer cihazından iletilen sinyaller arasında uzamsal bir korelasyon vardır. Mevcut teknik koşullar nedeniyle uydulardan gönderilen sinyaller spoofer alıcısı tarafından yakalandıktan sonra sonra uzamsal bir korelasyon şeklinde kullanıcıya iletilir. Gerçek uydu sinyalleri ise yanıltıcı sinyaller gibi uzamsal korelasyonuna sahip değildir. Bu şekilde de iletilen sinyalin geliş yönüne bağlı olarak gerçek mi taklit mi olduğu tespit edilir [16]. Bununla birlikte uydulardan iletilen sinyaller değişken ve farklı açılardan (Şekil 3(b)) gönderilmektedir. Spoofer cihazından gönderilen sinyaller ise hep aynı açıdan gönderilir. Bu nedenle alıcıda gerçek uydu sinyali ile taklit sinyal arasındaki açısal fark tespit edilerek alınan sinyalin taklit bir sinyal olduğu tespit edilebilir [17].



(a) Sinyalin geliş yönü



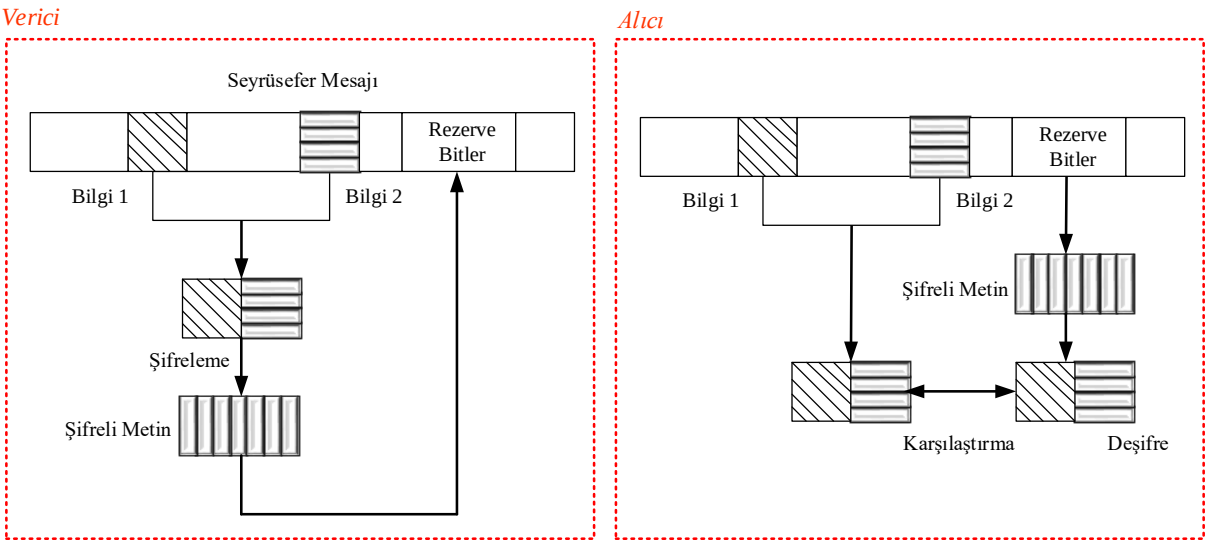
(b) Sinyalin geliş açısı

Şekil 3. Sinyal Geliş Yönü ve Açısına Dayalı Tespit Yöntemi [16-17].

3.2 Veri Düzeyinde Aldatmaya Karşı Koruma Teknikleri

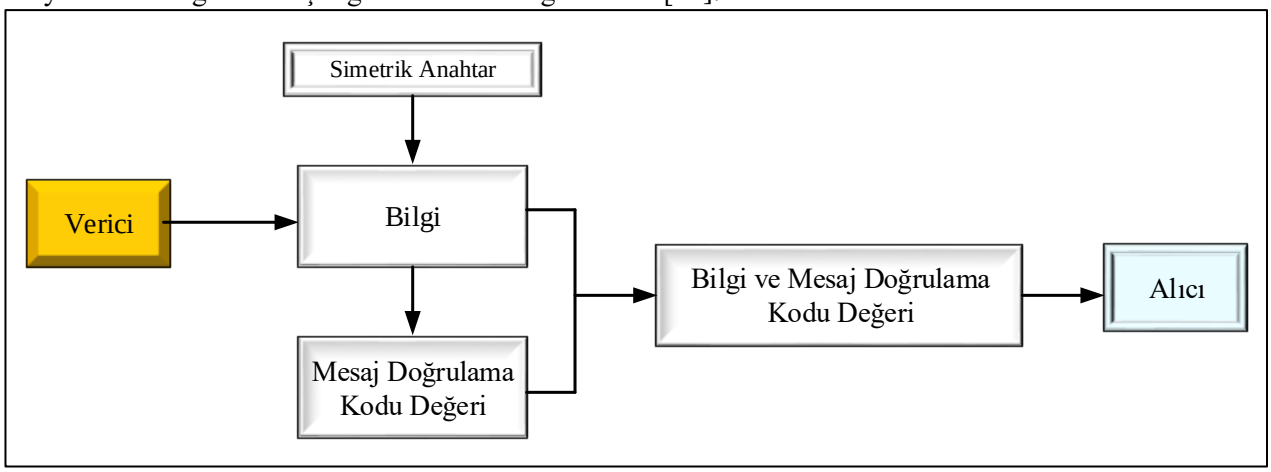
Mevcut uygulamalarda taklit sinyalleri veri düzeyinde tespit edebilmek ve engelleyebilmek amacıyla kullanılan beş farklı teknik bulunmaktadır.

- *Seyrüsefer Mesajı Kimlik Doğrulaması (NMA:Navigation Message Authentication*): Bu yöntemde simetrik ve asimetrik şifreleme algoritmaları kullanılmaktadır. NMA tekniğinin genel çalışma mantığı Şekil 4'te verilmiştir. Seyrüsefer mesajı uydudan gönderilmeden önce kimlik doğrulama bilgileri örneğin ECDSA (Elliptic Curve Digital Signature Algorithm), DSA (Digital Signature Algorithm), RSA (Rivest Shamir Adleman) gibi özel algoritmalarla şifrelenir [18, 19, 20, 21]. Daha sonra şifrelenmiş metin seyrüsefer mesajında rezerve bit alanına eklenir. Alıcı kısmında da seyrüsefer mesajında rezerve bit bölümüne eklenmiş şifreli metin özel anahtarlarla çözülür ve seyrüsefer mesajı bilgileriyle karşılaştırılır. Karşılaştırma sonucunda mesaj doğruluğu onaylanmazsa alıcı bu bilginin sahte olduğunu kabul eder ve alınan sahte bilgiyi siler [19].



Şekil 4. Seyrüsefer Mesajı Kimlik Doğrulaması [22]

- *Protokol Kimlik Doğrulaması:* NMA yönteminde alıcı kimlik doğrulama işlemi uygulamak için asimetrik anahtarı kullanır veya simetrik anahtar aracılığıyla şifreli metinin şifresini çözer. Bu yöntemde kimlik doğrulama için kullanılan asimetrik şifreleme algoritması büyük bir kimlik doğrulama ek yüküne neden olmaktadır [23]. Simetrik şifreleme algoritması da düşük güvenliğe sahiptir. Bu nedenle seyrüsefer mesajı kimlik doğrulama hızını ve sinyal güvenliğini iyileştirmek için TESLA (Timed Efficient Steam Loss Tolerant Authentication) protokolü kullanılmaktadır. TESLA simetrik şifreleme algoritması ve asimetrik şifrelemeyi uygulamak için anahtar bırakma gecikmesi teknolojisini kullanan bir protokol tipi kimlik doğrulama tekniğidir. Şekil 5'te görüldüğü gibi TESLA protokol modeli kullanan bir verici, bir simetrik anahtar vasıtasıyla kısmi veya tüm seyrüsefer mesajına karşılık gelen bir mesaj doğrulama kodu (*MAC*: Message Authentication Code) üretir. Simetrik anahtar, tek yönlü bir fonksiyon zincirine aittir. Verici bilgiyi sadece kendisinin bildiği bir anahtar kullanarak belirli bir süre içinde şifreler ve daha sonra bu süre içindeki bilgiye karşılık gelen bir MAC değeri üretir. Daha sonra bilgi ve MAC değeri alıcıya iletilir. Alıcının bir şifre çözme anahtarı olmadığından gelen bilgileri arabelleğe alır ve ilk etapta bilgilerin kimliğini doğrulayamaz. Bir süre sonra da verici tarafından alıcıya kimlik doğrulama için gereken anahtar gönderilir [24].



Şekil 5. TESLA Protokolü Model Diyagramı [24].

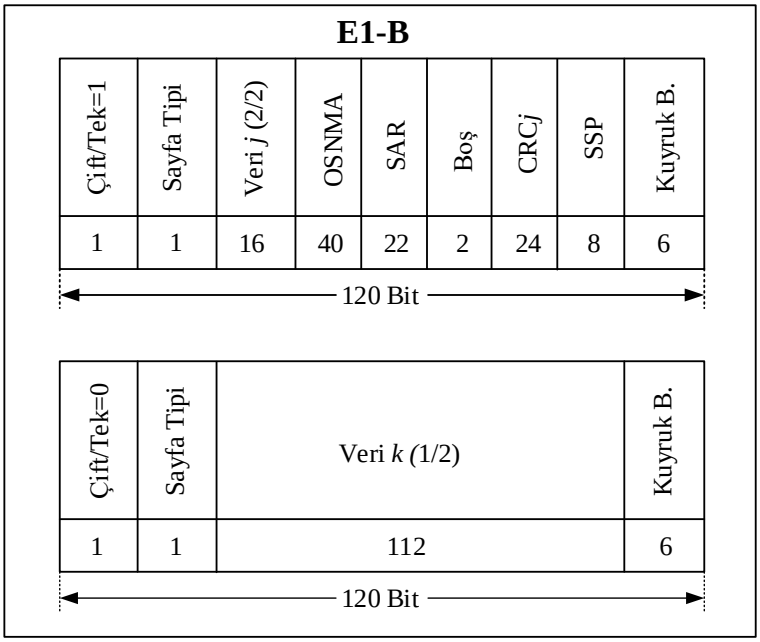
Son zamanlarda yapılan araştırmalarda NMA tekniği ile TESLA protokolünün bir araya getirilerek birden fazla taklit sinyale karşı sinyal güvenirliliğin artırılabileceği yönünde uygulamalar olduğu görülmektedir.

- *Yayımlanan kod şifrelemesi* (*SCE*: *Spreading Code Encryption)*: Yayımlanan sivil bir kodun tamamının veya bir kısmının şifrelenerek gönderilmesi yöntemidir [25].
- *Yayımlanan Kod Kimlik Doğrulaması* (*SCA*: *Spreading Code Authentication)*: Mesaj şifreleme teknolojilerinden biridir. Bu yöntemde yayımlanan koda öngörülemeyen bazı çipler (şifrelenmiş çipler veya filigran dizileri vb) eklenerek şifrelenmemiş ve genel olarak yayımlanan kod bilgilerinin korunması sağlanır [26].
- *Filigran Teknikleri:* Yayımlanan kodun bir bölümünü şifreleme tekniğidir. Diğer bir deyişle, yayımlanan kodu korumak için etiketleme tekniği olarak adlandırılır [12].

- *Seyrüsefer Dışı Mesaj Şifreleme Teknolojisi (NON-NMET: Non-Navigation Message Encrption Technology)*: Bu yöntemde iletilen seyrüsefer mesajında herhangi bir şifreleme işlemi yapılmaz. Yüksek hassasiyetli alıcılarda birden çok uydudan gelen seyrüsefer mesajı bilgileri birleştirilir ve analiz edilir. Bu kapsamda bazı algoritmalar kullanılarak yayınlanan bilgilerde hata olması halinde taklit bilgi olduğu çıkarımı yapılabilir [27].

4. Tartışma ve Sonuç

Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte uydu yayınlarına yapılabilecek çeşitli taklit sinyal girişimleri özellikle emniyetin ön planda olduğu hava taşımacılığı gibi uygulama alanları açısından önemli güvenlik tehditlerinden biri olarak görülmektedir. Bu kapsamda gerek sinyal özelinde gerekse veri düzeyinde bir takım aldatmaya karşı koruma tekniklerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Sinyal düzeyinde uygulanabilecek aldatmaya karşı koruma yöntemleri incelendiğinde genellikle alıcıda ekstra donanım ihtiyacı olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu da kullanıcılar açısından maliyeti artırıcı bir faktördür. Bunun yanısıra kurulum işleminin karmaşıklığı, uygulama adımları ve işlem süreci açısından da bazı dezavantajları ortaya çıkabilmektedir. Dolayısıyla bu tip yöntemler teorik olarak verimli olsa da ekstra donanıma sahip olmayan kullanıcılar açısından sinyal güvenilirliği sağlanamamış olacaktır. Buna karşılık özellikle seyrüsefer mesajı kimlik doğrulama ve protokol kimlik doğrulama olarak adlandırılan veri düzeyinde uygulanabilecek aldatmaya karşı koruma yöntemlerinin gerek tasarım kolaylığı ve maliyet, gerekse sinyal güvenliği açısından çok daha verimli olabileceği ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda son yıllarda yapılan araştırmalarda genellikle bu iki tekniğin bir arada kullanılabileceği kombine yöntemler üzerine odaklanıldığı görülmektedir. Bu yaklaşıma örnek olarak Avrupa'nın uydu seyrüsefer sistemi GALILEO'nun I/NAV (Integrity Navigation Message) seyrüsefer mesajı verilebilir. Açık Hizmet Seyrüsefer Mesajı Kimlik Doğrulaması (*OSNMA*: Open Service Navigation Message Authentication) olarak tanımlanan bu yöntemde SHA-256 algoritması ve TESLA protokolü kullanılmaktadır. I/NAV mesajı 720 sn uzunluğunda çerçevelerden oluşmaktadır. Her çerçeve 30 saniye uzunluğunda 24 alt çerçeveden oluşur. Alt çerçevelerin her biri 2 sn süreli 15 sayfadan oluşmaktadır. Şekil 6'da da görüldüğü üzere E1-B (1575.42 MHz) üzerinden yayınlanacak olan I/NAV seyrüsefer mesajında önceden rezerve olarak bırakılan 40 bitlik alanının tümü yakın zamanda aldatmaya karşı koruma amacıyla kullanıcıların hizmetine sunulacaktır [29].



Şekil 6. GALILEO I/NAV mesajı nominal sayfa içeriği [28]

Günümüz uydu seyrüsefer sistemlerinde verimli, düşük maliyetli ve güvenli olmaları nedeniyle veri düzeyinde uygulanabilecek aldatmaya karşı koruma teknikleri her ne kadar yeterli olsa da şüphesiz uzun vadede hızla gelişen teknoloji karşısında yetersiz kalacaklardır. Bu nedenle alternatif aldatmaya karşı koruma yöntemlerinin ve bu kapsamda daha etkili şifreleme tekniklerinin geliştirilmesi araştırmacılar açısından uzun vadede araştırma konusu olmaya devam edecektir.

KAYNAKÇA

[1] Oktal, H. ve Yaman, K. (2019), Uyduya Dayalı Konum Belirleme: GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, Nisan Kitabevi, Eskişehir.
[2] Betz, J. W. (2016), Engineering Satellite-Based Navigation And Timing: Global Navigation Satellite Systems, Signals, and Receivers, Wiley, USA.
[3] Teunissen, P.J.G., Montenbruck, O. (2017), Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems, Springer, Switzerland.
[4] Workshop on Satellite Navigation Technologies and European Workshop on GNSS Signals and Signal Processing (NAVITEC), 2018, pp. 1-8, doi: 10.1109/NAVITEC.2018.8642705.
[5] M. Yuan, Z. Lv, H. Chen, J. Li, and G. Ou, "An implementation of navigation message authentication with reserved bits for civil BDS anti-spoofing", in Proc. China Satell. Navigat. Conf. (CSNC), vol. 2, 2017, pp. 69-80.
[6] A. J. Kerns, K. D. Wesson and T. E. Humphreys, "A blueprint for civil GPS navigation message authentication," 2014 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium - PLANS 2014, 2014, pp. 262-269, doi: 10.1109/PLANS.2014.6851385.

[7] B. Motella, M. Nicola and S. Damy, "Enhanced GNSS Authentication Based on the Joint CHIMERA/OSNMA Scheme," in IEEE Access, vol. 9, pp. 121570-121582, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3107871.

[8] I. Fernández-Hernández, I. Rodríguez, G. Tobías, J. D. Calle, E. Carbonell, G. Seco-Granados, and R. Blasi, "Galileo's commercial service: Testing GNSS high accuracy and authentication," Inside GNSS, vol. 10, no. 1, pp. 38-48, Feb. 2015.

[9] L. Huang, Z. Lv, and F. Wang, "Spoofing pattern research on GNSS Receivers," J. Astronaut., vol. 33, no. 7, pp. 884–890, Jul. 2012

[10] L. Huang, Z. Lv, and F. Wang, "Spoofing pattern research on GNSS Receivers," J. Astronaut., vol. 33, no. 7, pp. 884-890, Jul. 2012.

[11] K. Wesson, M. Rothlisberger, and T. Humphreys, "Practical cryptographic civil GPS signal authentication," Navigation, vol. 59, no. 3, pp. 177-193, Sep. 2012.

[12] L. Scott, "Anti-spoofing & authenticated signal architectures for civil navigation systems," in Proc. 16th Int. Tech. Meeting Satell. Division Inst. Navigat. (ION GPS/GNSS), Portland, OR, USA, Sep. 2003, pp. 1543-1552.

[13] A. Broumandan, A. Jafarnia-Jahromi, S. Daneshmand, and G. Lachapelle, "Overview of spatial processing approaches for GNSS structural interference detection and mitigation," Proc. IEEE, vol. 104, no. 6, pp. 1246-1257, Jun. 2016.

[14] F. Wang, H. Li, and M. Lu, "GNSS spoofing detection based on unsynchronized double-antenna measurements," IEEE Access, vol. 6, pp. 31203-31212, 2018.

[15] A. Jovanovic, C. Botteron, and P. A. Fariné, "Multi-test detection and protection algorithm against spoofing attacks on GNSS receivers," in Proc. IEEE/ION Position, Location Navigat. Symp. (PLANS), Monterey, CA, USA, May 2014, pp. 1258-1271.

[16] D. Maier, K. Frankl, R. Blum, B. Eissfeller, and T. Pany, "Preliminary assessment on the vulnerability of NMA-based galileo signals for a special class of record&replay spoofing attacks," in Proc. IEEE/ION Position, Location Navigat. Symp. (PLANS), Monterey, CA, USA, Apr. 2018, pp. 63-71.

[17] Y. B. Li Wei and X. Gan, "Research on anti-spoofing technology for navigation satellite receiver," Radio Eng., vol. 46, no. 3, pp. 49-53, 2016.

[18] A. Jovanovic, C. Botteron, and P. A. Fariné, "Multi-test detection and protection algorithm against spoofing attacks on GNSS receivers," in Proc. IEEE/ION Position, Location Navigat. Symp. (PLANS), Monterey, CA, USA, May 2014, pp. 1258-1271.

[19] O. Pozzobon, G. Gamba, S. Fantinato, and G. Hein, “From data schemes to supersonic codes: GNSS authentication for modernized signals,” Inside GNSS, vol. 10, no. 1, pp. 55-64, Feb. 2015.

[20] Z. Wu, Y. Zhang and R. Liu, “BD-II NMA&SSI: An Scheme of Anti-Spoofing and Open BeiDou II D2 Navigation Message Authentication,” in IEEE Access, vol. 8, pp. 23759-23775, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2970203.

[21] Z. Wu, R. Liu, and H. Cao, “ECDSA-based message authentication scheme for BeiDou-II navigation satellite system,” IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst., vol. 55, no. 4, pp. 1666-1682, Aug. 2019.

[22] Z. Wu, Y. Zhang, Y. Yang, C. Liang and R. Liu, "Spoofing and Anti-Spoofing Technologies of Global Navigation Satellite System: A Survey," in IEEE Access, vol. 8, pp. 165444-165496, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3022294.

[23] V. H. Nguyen, G. Falco, M. Nicola and E. Falletti, “A Dual Antenna GNSS Spoofing Detector Based on the Dispersion of Double Difference Measurements,” 2018 9th ESA Workshop on Satellite Navigation Technologies and European Workshop on GNSS Signals and Signal Processing (NAVITEC), 2018, pp. 1-8, doi: 10.1109/NAVITEC.2018.8642705.

[24] G. Caparra, S. Sturaro, N. Laurenti, and C. Wullems, “Evaluating the security of one-way key chains in TESLA-based GNSS navigation message authentication schemes”, in Proc. Int. Conf. Localization GNSS (ICL-GNSS), Barcelona, Spain, Jun. 2016, pp. 1-6.

[25] I. Fernández-Hernández, I. Rodríguez, G. Tobías, J. D. Calle, E. Carbonell, G. Seco-Granados, and R. Blasi, “Galileo's commercial service: Testing GNSS high accuracy and authentication,” Inside GNSS, vol. 10, no. 1, pp. 38-48, Feb. 2015.

[26] O. Pozzobon, G. Gamba, S. Fantinato, and G. Hein, “From data schemes to supersonic codes: GNSS authentication for modernized signals,” Inside GNSS, vol. 10, no. 1, pp. 55-64, Feb. 2015.

[27] T. Zhang, J. Gao, and F. Ye, “Anti-spoofing algorithm based on adaptive Kalman filter for high dynamic positioning,” in Proc. Prog. Electromagn. Res. Symp.-Fall (PIERS-FALL), Singapore, Nov. 2017, pp. 838-845.

[28] European Union 2021 Document subject to terms of use and disclaimers p. b-c OSNMA User ICD for the Test Phase, Issue 1.0, November 2021

[29] European Union 2021 Document subject to terms of use and disclaimers p. i-ii OSNMA Receiver Guidelines for the Test Phase, Issue 1.0, November 2021

➢ *ORAL PRESENTATION*

Göğüs radyografilerinden göğüs kafesi bölgesinin tespit edilmesi ve derin öğrenme tabanlı pnömoni hastalığının sınıflandırılması

İlhan AYDIN[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6467-8257*)
Özkan BİNGÖL[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6251-6537*),

[1*]Gümüşhane Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yapay Zekâ ve Akıllı Sistemler, Gümüşhane/ Türkiye
[2]Gümüşhane Üniversitesi, Müh. ve Doğa Bil. Fak., Yazılım Mühendisliği, Gümüşhane/Türkiye

*ilhanaydin@gumushane.edu.tr

Özet
Zatürre (pnömoni) bakteriyel veya viral enfeksiyonun neden olduğu yaşamı tehdit eden bir akciğer hastalığıdır. Bu nedenle, hastalığın erken teşhisi ölüm oranını önemli derecede azaltmaktadır. Göğüs radyografileri pnömoni hastalığının teşhisinde büyük öneme sahiptir. Pnömoni teşhisinde sağlık alanındaki çalışmalar dışında, mühendislik alanında da birçok çalışma yapılmakta ve teşhis sürecini hızlandırma konusunda kolaylıklar sağlamaktadır. Bu uygulamalardan biri de Derin Öğrenme yöntemleri ile hastalığı teşhis etmektir. Bu çalışmada genel erişime açık 1-5 yaş arası çocuklara ait 5856 adet akciğer görüntüsünün bulunduğu bir veri seti (veri set – 1) ile bu veri setinden 2686 adet görüntünün seçildiği ve bunlara ait işaretlemelerin bulunduğu ikinci bir veri seti (veri set – 2) kullanılmıştır. Bu çalışmada pnömoni sınıflandırma başarısını önerilen yöntemlerle %98,55 olarak elde edilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Evrişimsel Sinir Ağı, Bölütleme, U-Net, Pnömoni Tespiti

Detection of the rib cage region from chest radiographs and classification of deep learning-based pneumonia disease

Abstract
Pneumonia is a life-threatening lung disease caused by bacterial or viral infection. Therefore, early diagnosis of the disease significantly reduces the mortality rate. Chest radiographs are of great importance in the diagnosis of pneumonia disease. In the diagnosis of pneumonia, besides the studies in the field of health, many studies are carried out in the field of engineering and it provides convenience in accelerating the diagnosis process. One of these applications is the diagnosis of the disease with Deep Learning methods. In this study, a publicly available dataset (dataset – 1) containing 5856 lung images of children aged 1-5 years and a second dataset (dataset – 2) containing 2686 images selected from this dataset and their markers were used. . We achieved 98.55% pneumonia classification success with the methods developed in this study.

Keywords: Convolutional Neural Network, Segmentation, Deep learning, U-Net, Pneumonia Detection

GİRİŞ

Pnömoni; bakteri, virüs veya mantar gibi farklı bulaşıcıların akciğerdeki gaz değişiminin gerçekleştiği alana nüfuz etmesiyle oluşan bir hastalıktır. Pnömoni hastalığında enfekte olan akciğerler sıvıyla dolar ve bu hastalığın en sık görülen belirtileri kaşıntılı öksürük, yüksek ateş, titreme ve nefes alma sırasında havasızlık veya göğüs ağrısıdır (Tursyngaliyeva, A. 2019).

Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ) göre, pnömoni çocuk ölümlerinin önde gelen nedeni biridir ve her yıl 5 yaşın altındaki yaklaşık 2 milyon çocuğu ölümüne sebep olduğu tahmin edilmektedir (Rudan ve ark. 2008).

Tıbbi görüntüleme, çeşitli tıbbi durumların erken tespiti, izlenmesi, teşhisi ve tedavi değerlendirmesi için kullanılan tıbbi prosedürler gibi farklı klinik uygulamalarda önemli bir rol oynar (Puttagunta ve ark. 2021). Pnömoni için de röntgen görüntüleri ile teşhis etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Fakat, deneyimli bir doktorun bile bir hastanın akciğer grafisini görsel olarak analiz etmesi yaklaşık 5 ila 15 dakika arasında sürebilmektedir. Vakalar yoğunlaştığında, doktorun klinik teşhisi üzerinde ciddi bir baskı oluşabilmektedir. Bu nedenle, pnömoninin klinik görüntü teşhisi için yapay zekâ tabanlı yaklaşımların kullanımı

yaygınlaşmaktadır. Bununla beraber yapay zekâ tanı koymada çok hızlıdır ve Evrişimli Sinir Ağları (ESA)'nın insanlardan daha iyi performans elde edilebildiği raporlanmıştır (Yue ve ark. 2020).

Bu çalışmada da özgün ESA tabanlı bir sınıflandırıcı oluşturularak çocuk akciğer grafilerinden pnomani tespit edilmeye çalışılmıştır. Daha önce bu konuda yapılan çalışmalardan farklı olarak, sınıflandırıcıya orijinal akciğer röntgen görüntüleri yerine bölütlenmiş görüntüler verilmiştir. Böylece hastalık ile ilgili doğrudan akciğer üzerinden öznitelikler çıkarılması amaçlanmıştır. Bölütlenmiş görüntülerde her zaman ideal sonuçlar elde edilememektedir. Bu nedenle bölütlenmiş görüntüler üzerinde çeşitli morfolojik işlemler yardımıyla göğüs kafesi (thorax) seçilecek maskeler üretilmiş ve ESA'ya giriş olarak maskelenmiş görüntüler kullanılmıştır.

Çalışmada (Kermany ve ark. 2018)'nın oluşturduğu ve Pham (2021) tarafından etiketlenen çocuk akciğer grafileri veriseti kullanılmıştır. Aynı veriseti ile Kermany ve ark. (2018) yapmış oldukları çalışmada normal ile pnömonili göğüs röntgenlerinin sınıflandırmasında %92,8 hassasiyet, %93,2 duyarlılık ve %90,1 özgüllük ile %92,8 doğruluk elde etmişlerdir. Bu çalışmada herhangi bir bölütleme süreci kullanılmamıştır. Benzeri şekilde Rajaraman ve ark. (2018) %96.2, Ayan ve Ünver (2019) %84.25, Demir ve Bingöl (2022) %96.3, Hashmi ve ark. (2021) %98.3 doğruluk değerlerine ulaşmışlardır. Aydın ve Bingöl (2022) ise çalışmalarında iki aşamalı bir ağ önerisinde bulunarak %96.81'lik bir doğrulama elde etmişlerdir.

Göğüs kafesini daha yüksek başarımla elde edilmesine odaklanılan bu çalışma Aydın ve Bingöl (2022)'nin bir devam çalışması niteliğinde olup, sınıflandırıcı ağ yapısı benzeri mimaride kurulmuştur.

MATERYAL VE METOD

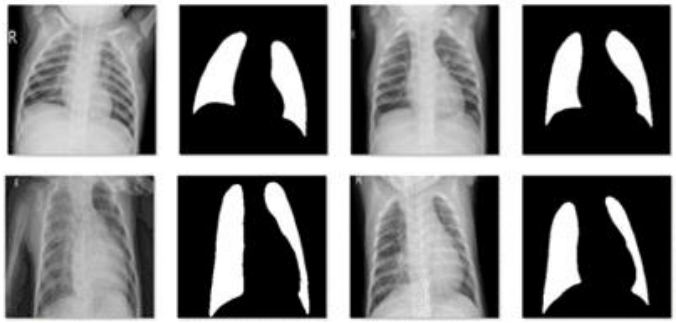
Veri Seti

Çalışmada kullanılan veri seti, Kermany ve ark. (2018)'in oluşturduğu 5856 adet görüntü içeren veriseti içinden 2686 adet görüntü seçilerek Pham (2021) tarafından akciğer bölgelerini gösteren maskeler hazırlanarak oluşturulmuştur. Tablo 1'de bu veri setindeki normal ve pnömoni olan görüntülerin sayıları ve boyutları verilmiştir.

Tablo 1. Veri seti

Normal		**Pnömoni**	
Resim	**Maske**	**Resim**	**Maske**
1341	1341	1345	1345
299×299	256×256	299×299	256×256

Şekil 1'de veri setine ait normal (ilk satır) ve pnömoni (ikinci satır) görüntü örnekleri verilmiştir. Ayrıca her bir görüntünün yanında bunlar için oluşturulan maske görüntüler de bulunmaktadır.



Şekil 1. Normal Görüntüler (ilk satır) ve Bu Görüntülere Ait Maske Görüntüleri (ikinci satır)

Sınıflandırıcı Ağ Yapısı

Tablo 2'de sınıflandırma işlemlerinde kullanılmak üzere, en iyi sonuca ulaşma amacı güderek tasarlanan ESA ağı için, parametreler üzerinde birçok değişiklik ve denemeler yapıldıktan sonra elde edilen en iyi değerler için yeni bir sınıflandırma ağ yapısı tasarlandı. Tablodaki katman olarak verilen her bir yapı sırasıyla 1 adet Evrişim, 1 adet Normalizasyon, 1 adet Evrişim, 1 adet Normalizasyon ve 1 adet Havuzlama bloğu içermektedir. Sınıflandırıcının normal ve pnömoni tespitini gerçekleştiren tam bağlantılı katman yapısı 5 adet alt katman içermektedir ve ağın ezberden kurtulması için bu katmanlar arasında unutma (Dropout) blokları kullanılmıştır (Aydın İ. ve Bingöl Ö. 2022).

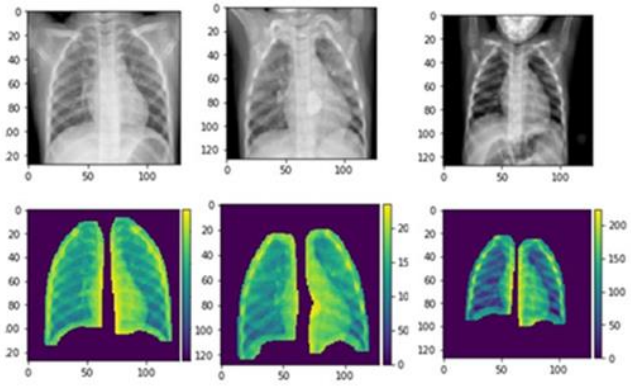
Tablo 2. Sınıflandırma Ağ Yapısı

Katman		Giriş	Çıkış
1	Giriş	256,256,1	256,256,1
2	Katman – 1	256,256,1	128,128,32
3	Katman – 2	128,128,32	128,128,64
4	Katman – 3	64,64,64	32,32,128
5	Katman – 4	32,32,128	32,32,16
6	Katman – 5	16,16,128	8,8,256
7	Düzleştirme (Flatten)	8,8,256	16384
8	Tam Bağlantı Katmanları 256x128x64x32x16	16384	2

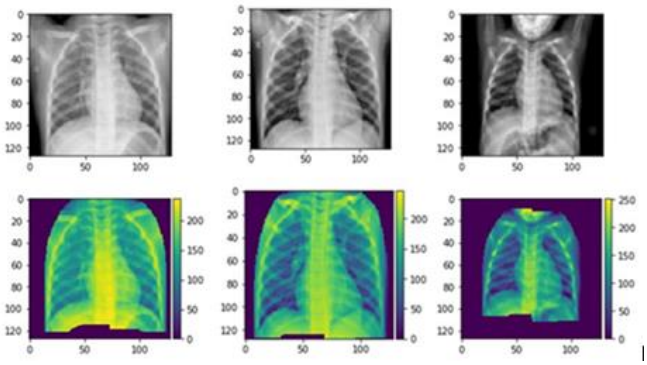
Morfolojik İşlemler

Bu çalışmada, bölütleme için Aydın ve Bingöl (2022) tarafından geliştirilen U-Net mimarisi ve parametreleri kullanılmıştır. İlk önce bölütlenmiş görüntüler üzerinde sınıflandırma işlemi yapılmıştır. Daha sonra sınıflandırma başarısını artırmak adına görüntüler ayrıntılı olarak incelenmiş ve bazı görüntülerin akciğer bölgelerinin düzgün şekilde bölütlenmediği tespit edilmiştir. Bu görüntüleri düzgün bölütlenenler arasına katmak ve sınıflandırma başarısını artırmak adına yayma (dilation) morfolojik işlemi gerçekleştirilmiştir.

Sorunlu bölütlenen akciğer loblarını da içine alacak şekilde tüm görüntüler için farklı pencere boyutlarında yayma işlemleri yapılmıştır. Bunlarla ilgili Şekil 2'de 10×10, Şekil 3'te ise 22×15 boyutlarındaki pencerelerin uygulandığı yayma işlemlerinin görüntüler üzerindeki etkileri gösterilmiştir.



Şekil 2. Yayma İşlemi (10×10)



Şekil 3. Yayma İşlemi (25×12)

Çalışma sırasında, görüntülerde göğüs kafesi (Thorax), bölgesi veya bu bölgeye yakın bölge seçildiğinde, sınıflandırma başarısının arttığı tespit edilmiştir. Yukarıdaki şekillerde verilen yayma işlemlerine ait başarım oranları Tablo 3'te sunulmuştur.

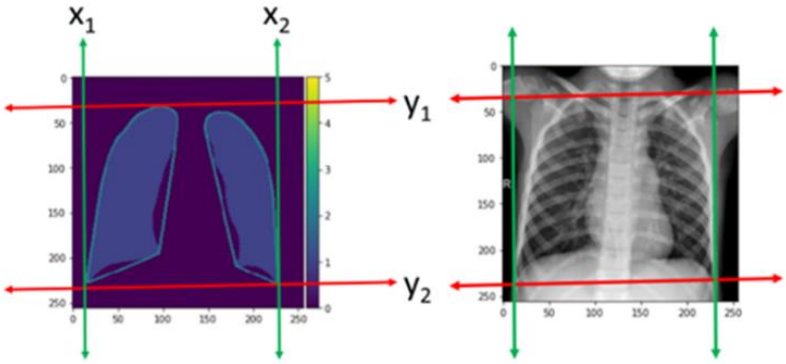
Tablo 3. Yayma başarı değerleri

Boyutlar	Doğruluk (Accuracy)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F1-Skor
10x10	0.9709	0.9799	0.9809	0.9804
25x12	0.9740	0.9804	0.9845	0.9443

Elde edilen sonuçlar göğüs kafesine en yakın bölgelerin seçilmesinin önemli olduğu göstermiştir.

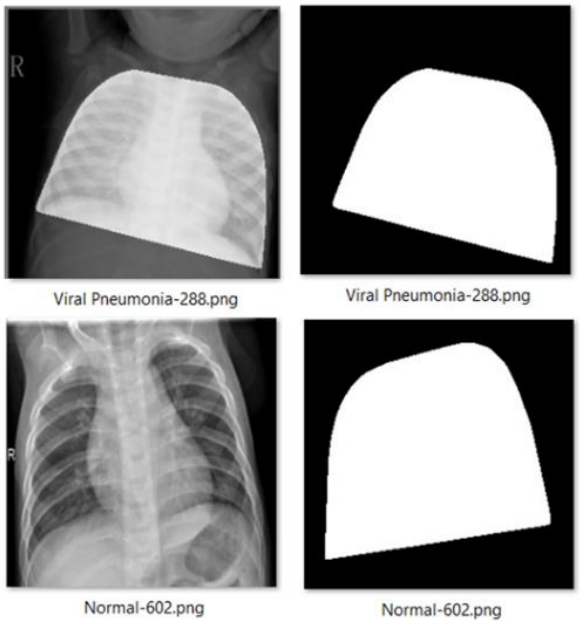
Göğüs Kafesi Bölgesinin Seçimi

Akciğer göğüs kafesinin tespiti genişletme işlemleri bölütlenmiş akciğer lobları baz alınarak yapılmıştır. Verisetindeki tüm akciğer görüntülerine ait bölütlenmiş lobların kenarlara en yakın ve en uzak noktalarının toplamlarının ortalaması alınarak elde edilen piksel değeri kadar genişleme yapılıp, genişlemenin yapıldığı kenarlardan (X veya Y) uzun kenar kadar, kare oluşturacak şekilde diğer kenar (kısa kenar) bu kenara eşitlenerek karesel alan elde edilmiştir. X ve Y doğruları Şekil 4'de gösterilmiştir.



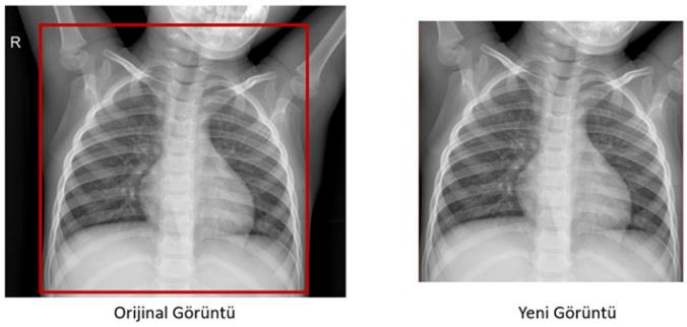
Şekil 4. X ve Y Değerlerinin görsel olarak gösterimi

X ve Y bilgileri kullanılarak lobların uç noktaları bulunmuş ve bu uç noktalar, birleştirilerek şekil 5'te gösterilen siyah-beyaz alanlar elde edilmiştir.



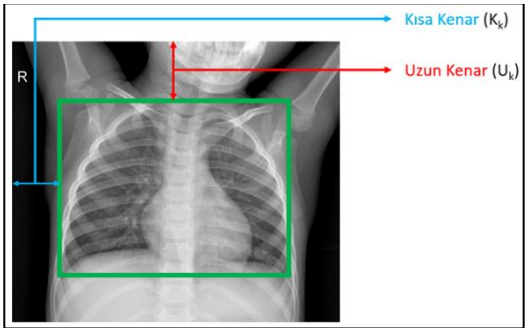
Şekil 5. Lobların birleştirilmesi

Elde edilen karesel alanlar 255×255 boyutuna ölçeklenerek yeni akciğer görüntüleri olarak kaydedilmiştir. Şekil 6'da orijinal görüntü ve bu görüntüden hesaplamalar sonucunda elde edilen yeni görüntü gösterilmektedir.



Şekil 6. Orijinal görüntü – Yeni görüntü

Veri setindeki görüntüler için Göğüs kafesine (thorax) yaklaşık 32 piksellik yayma-genişletme yapıldığında pnömoni sınıflandırma başarısının arttığı görülmüştür. 32 değeri şekil 7'de gösterilen uzun ve kısa kenar bilgileri kullanılarak aşağıdaki denklem yardımıyla elde edilmiştir.



Şekil 7. Uzun ve kısa kenar

$$OKD = \frac{1}{n_n}\sum_{i=0}^{n_n} K_{k(i)} + \frac{1}{n_p}\sum_{i=0}^{n_p} U_{k(i)} \quad (1)$$

Denklemdeki (1); OKD Ortalama Kenar Değerini, n_p Dizideki Pnömoni Görüntü Sayısını, n_n Dizideki Normal Görüntü Sayısını, Kk ve Uk sırasıyla Kısa ve Uzun Kenarı temsil etmektedir.

Tüm görüntülere bu yaklaşım uygulandıktan sonra göğüs kafesi bölgesi tespit edilmiş ve uygun maskeler yardımıyla sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Aydın ve Bingöl (2022)'ün Kermany ve ark. (2018)'na ait veriseti üzerinde yapmış oldukları çalışmadan esinlenerek, bölütleme işleminin sınıflandırma başarısını artırıp artırmayacağını gösterilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla yapılan birçok denemeden sonra göğüs bölgesi (thorax)'ni içine alacak şekilde bir yayma işlemi yapıldığında sınıflandırma başarısının arttığı görülmüştür.

Başarımın en sağlıklı şekilde ifade edile bilinmesi adına veriseti-2'de yer alan 2686 maske ve bunlara ait görüntüler kullanılarak, geliştirilen yöntemle maskelere ait uç noktalardan algoritmik şartlar sağlandığında 32 piksellik yayma ve kareye tamamlamanın ardından 255×255 boyutuna genişletme işlemi yapılmış ve ardından sınıflandırma işlemine tabi tutulmuştur.

Tablo 4'te geliştirilen bu yönteme ait K-Fold k=5 için başarı değerleri verilmiştir.

Tablo 4. Geliştirilen yönteme ait başarı değerleri

K Doğ.	Doğruluk (Accuracy)	Kesinlik (Precision)	Duyarlılık (Recall)	F1 Skor
1	0.9833	0.9927	0.9749	0.9837
2	0.9851	0.9781	0.9926	0.9853
3	0.9907	0.9927	0.9891	0.9909
4	0.9833	0.9854	0.9818	0.9836
5	0.9851	0.9854	0.9854	0.9854
Ort.	**0.9855**	**0.9869**	**0.9848**	**0.9864**

Tablo 4'teki değerler ve giriş bölümünde verilen literatürdeki çalışmalar göz önüne alındığında, akciğer grafilerinin doğrudan ESA'ya giriş olarak verilmesi yerine doğru şekilde seçilmiş göğüs kafesinin verilmesi durumunda daha başarılı sonuçlar elde edilebileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

Ayan E, Ünver HM 2019. Diagnosis of pneumonia from chest X-ray images using deep learning. In 2019 Scientific Meeting on Electrical-Electronics & Biomedical Engineering and Computer Science (EBBT) (pp. 1-5). Ieee.

Aydın İ, Bingöl Ö 2022. Göğüs Radyografilerinden U-Net Tabanlı Akciğer Bölütlemesinin Yapılması ve Pnömoni Tespitine Etkisinin İncelenmesi. 2nd International Conference on Engineering and Applied Natural Sciences, 15-18 Oct. 2022, Konya.

Demir Y, Bingöl Ö 2022. Detection of pneumonia from pediatric chest X-Ray images by transfer learning. Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences – Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi.

Hashmi M, F Katiyar, S Hashmi AW, Keskar AG 2021. Pneumonia detection in chest X-ray images using compound scaled deep learning model. Automatika, 62(3-4), 397-406.

Hashmi MF, Katiyar S, Keskar AG, Bokde ND, Geem ZW 2020. Efficient pneumonia detection in chest xray images using deep transfer learning. Diagnostics, 10(6), 417.

Kermany D, Zhang K, Goldbaum M 2018. Labeled optical coherence tomography (oct) and chest x-ray images for classification. Mendeley data, 2(2).

Pham TD 2021. Classification of COVID-19 chest X-rays with deep learning: new models or fine tuning?. Health Information Science and Systems, 9(1), 1-11.

Puttagunta M, Ravi S 2021. Medical image analysis based on deep learning approach. Multimedia Tools and Applications 80(16), 24365-24398.

Rajaraman S, Candemir S, Kim I, Thoma G, Antani S 2018. Visualization and interpretation of convolutional neural network predictions in detecting pneumonia in pediatric chest radiographs. Applied Sciences, 8(10), 1715.cj

Rudan I, Boschi-Pinto C, Biloglav Z, Mulholland K, Campbell H 2008. Epidemiology and etiology of childhood pneumonia. Bulletin of the world health organization, 86, 408-416B.

Tursyngaliyeva A 2019. Deep Learning for medical image segmentation: Pneumonia Detection by Assem Tursyngaliyeva. August). doi, 10.

Yue Z, Ma L, Zhang R 2020. Comparison and validation of deep learning models for the diagnosis of pneumonia. Computational Intelligence and Neuroscience, 2020.

➢ *ORAL PRESENTATION*

The Effect of Curing Temperature on the SLI Lead Acid Battery

Burak Alici* (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3172-877X), Memduh Arslan (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8297-2388) Yildirim Eydemir (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4460-9670), Ilter Gursoy (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3415-4046), Enes Demiyurek (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4528-0101)

Abdulkadir Özcan Otomotiv Lastik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi, R&D Center, Cankırı, Turkey.

*Corresponding author e-mail: burak.alici@akoaku.com

Abstract

Nowadays, due to the increasing energy costs, energy efficiency studies have gained great importance. In this study, it is aimed to increase the energy efficiency as well as to increase the battery performance by decreasing the kaizen tunnel plate curing temperature value. When the microstructure of the cured plate is examined by decreasing 15% of the plate curing temperatures approximately; it is seen that the 3BS (3PbO.PbSO4.H2O) microstructure is formed instead of 4BS (4PbO.PbSO4). Only when the temperature value of the high temperature chamber is reduced by 15%, the resulting microstructure contains 3BS and 4BS microstructures. It is observed that the number of battery cycles increased by optimizing the 3BS/4BS ratio. By reducing both the high temperature chamber and the low temperature chamber by 15%, the microstructure formed in the cured positive plate is almost completely 3BS. By reducing both the high temperature chamber and the low temperature chamber by 15%, the microstructure formed in the cured positive plate was almost completely 3BS, which increased the OCV (V), CCA (A-EN) and charge acceptance values. With the decreasing curing temperature, approximately 42 TL/h savings were achieved in energy costs.
Keywords: Lead-Acid Battery, Curing Temperature of plate, 3BS, 4BS

1. INTRODUCTION

Lead-acid battery does not store electricity but rather it stores a series of chemical, through a chemical process electricity is produced. The primary task in vehicles is to run the starter that gives the engine the first movement. Besides, in state of problems with the charger, the air conditioner, heater, radio, a headlight is needed to operate such systems (Boden, 1998). Lead-acid batteries form the basis of rechargeable battery systems. Lead-acid batteries' reliability, low-cost and life span for many years despite the developing technology of new battery systems, lead-acid batteries are still the most preferred battery in the world as the most widely used system (Sirin, 2020).

Lead–acid battery consisted of positive electrode, negative electrode, separator and electrolyte (Figure 1). Lead acid battery: oxide manufacturing, strip and grid manufacturing, paste mixing process, pasting process, curing process, assembly, formation, laboratory and test processes, including different manufacturing methods and processes are produced as a result of the merger (Eydemir, 2019).

During the process of curing, paste particles are interconnected to form an uninterrupted strong porous mass (skeleton) which, in its turn, is tightly bound to the grid in Figure 2. During plate curing, the following basic processes take place (Pavlov, 2017). The skeleton (hard porous mass) of the cured paste is built. Small crystals in the paste dissolve and big ones grow in size. Water contained in the thin liquid films between the particles evaporates as a result of which 3BS or 4BS crystals and PbO particles interconnect into a strong skeleton. When curing is conducted at temperatures higher than 80 ˚C, 3BS paste is converted into 4BS cured paste. Residual free lead in the paste is oxidized. This is the lead in the leady oxide that has remained un-oxidized during the process of paste preparation. The grid alloy is oxidized and a corrosion layer (CL) forms on the grid surface, which is tightly bound to the cured paste. Two parameters effect the plate curing processes, which are internal (phase composition, density, and moisture content of the paste) and external (air temperature, relative humidity (RH), and air flow rate).

In this study, it is aimed to reduce costs by providing energy efficiency by optimizing and reducing the temperature value of the plate curing kaizen tunnel. In this context, it is also aimed to increase the performance of the lead-acid battery by increasing the 3BS/4BS ratio in the plate active material that occurs during curing by lowering the temperature, ensuring a homogeneous distribution of crystal grain sizes in the desired sizes and shapes.

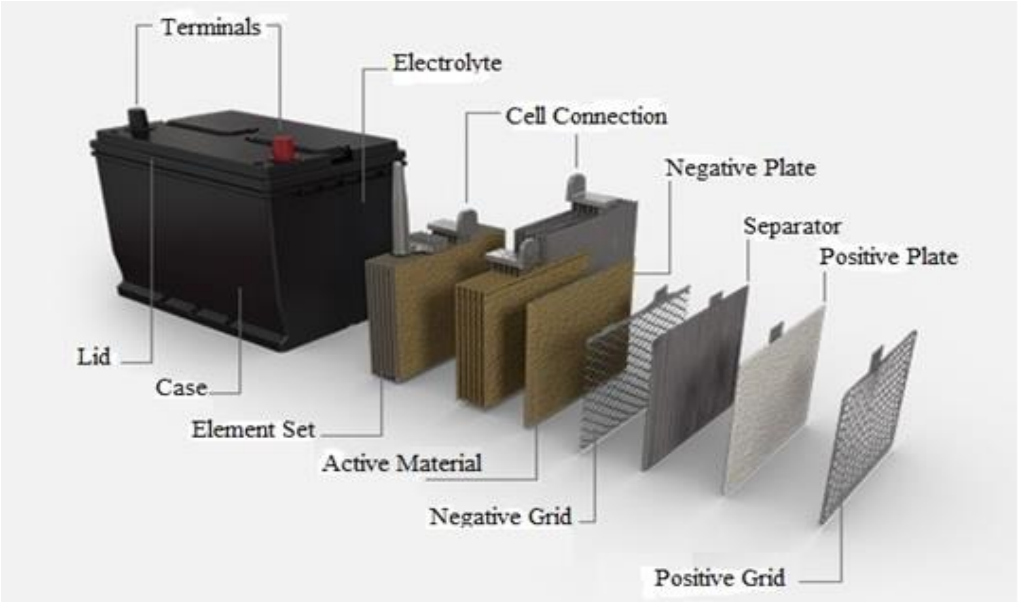


Figure 1. Standard lead acid battery and components

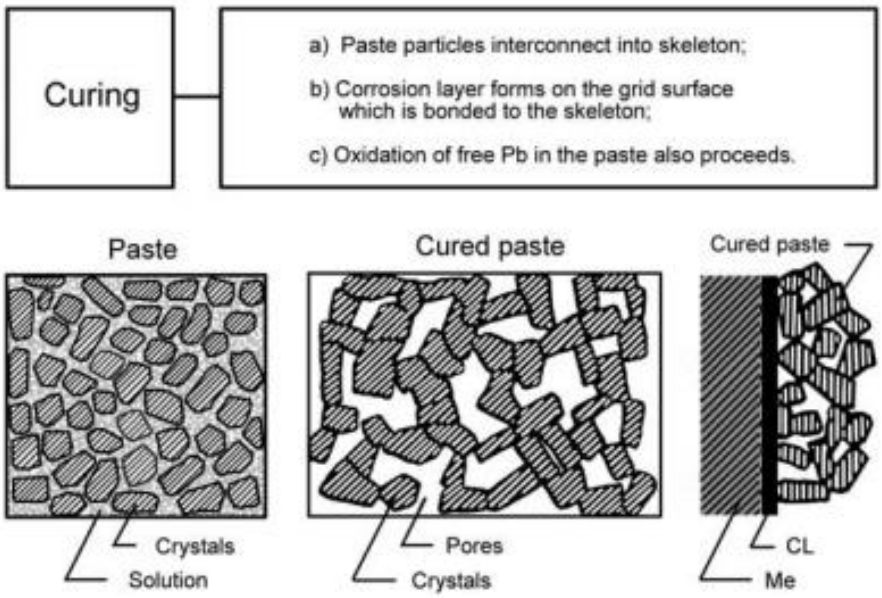


Figure 2. Basic processes during plate curing. (Pavlov, 2017)

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Sample Preparation

Plate production is carried out by reducing the temperature in the Kaizen plate curing tunnel. (Table 1).

Table 1. Control and Test Groups

T0	Control Sample
T2	15% reduction in curing temperature in the low temperature chamber
T3	15% reduction in curing temperature in the low and high temperature chambers.

2.2. Test and Characterization

Cold-cranking ampere (CCA) (A-EN) and open-circuit voltage (OCV) (V) values of batteries were measured by midtronics device. The OCV (V) value means the total voltage of the 6 cells of the battery and should be a minimum of 12.72 V. CCA (EN-A) means that cold cranking ampere value of battery.

In order to check capacity of batteries, capacity test was implemented with respect to EN 50342-1 test standard (EN: European Norm). The capacity (Cn) is 20 h capacity (C20-Ah) defined for the temperature of 25°C ± 2°C. The battery must be discharged with the current, which is kept constant at ± 1% of the rated value, until the voltage between the terminals drops to 10,50 V ± 0,05 V. This discharge time, t (h), should be recorded. The beginning of the discharge should be within the period of 1 hour to 5 hours from the end of the charge. The nominal 20 h capacity Cn is the electric charge (in Ah) that a battery can supply with a current: (1) In = Cn /20 h (2) Ce = t x In (Ah)

In accordance with EN 50342-1 test standard, cold-cranking performance test applied to the batteries. The battery temperature should be adjusted to -18˚C ± 1ºC. The battery must be discharged with Icc current. After 10 s discharge, the voltage Uf between the terminals should be recorded, and the current cut off. The Uf voltage should not be less than 7.50 V.

A charge acceptance test (EN 50342-1) was applied battery in order to examine the effect of curing conditions on charge acceptance. The battery should be discharged at a temperature of 25 ºC ± 2 ºC at a current I0 (A) for 5 h where: (3) I0= Ce/10h. Ce value should be taken as the maximum value Ce of the previous discharges. Within 10 min after the discharge, the battery should be placed in a cooling chamber with (forced) air circulation at a temperature of 0 ºC ± 1 ºC until the temperature of the middle cells is 0 °C ± 1 °C. It is generally accepted that the required temperature will be achieved after a minimum period of 15 h in the cooling chamber. At this temperature, the battery should be charged at a constant voltage of 14,40 V ± 0,05 V and Imax = 50 A for batteries having sizes defined in EN 50342-2 and Imax = 100 A for batteries having sizes defined in EN 50342-4. After 10 min, the charging current Ica should be recorded. Requirements: (4) Ica ≥ 2 I0.

Batteries should be placed in a water bath and stored at +40 ± ˚C ± 2˚C. The charge voltage U 15,6 V and charge rate CR of the battery to be tested will be used as 1,08. Batteries will be connected to series of cycles. Each cycle consists of the following; the battery will be discharged with a constant current at I = 5 ln for 2 hours. If it drops below 10.5 V, the test will be terminated. In the first step, the battery will be charged for a maximum of 5 hours under constant voltage and with a current limitation at 5 ln. The above steps are applied until the voltage during discharge is above the limit or until the number of 360 cycles is reached.

SEM analysis was performed on the plates cured at different temperatures to examine the microstructure.

3. RESULTS and DISCUSSION

3.1. OCV (V) and CCA (A-EN) Measurements

The OCV and CCA (EN-A) values of the batteries were measured by midtronics device. The OCV (V) values of test groups and control groups are given in Figure 3. The results show that OCV (V) values of T2 and T3 test groups are approximately 0,5 % and 1 % and higher than control sample – T0, respectively. The control group -T0 OCV (V) value was found to be lower than the desired 12.72 V value. When it comes to CCA (A-EN) values (Figure 4), CCA values of test groups (T2 and T3) are higher than the CCA values of control groups (T0). The CCA values of the T2 and T3 test groups were approximately 17 and 12 units higher than the control group T0, respectively. The results demonstrate that since the 3BS microstructure was formed with the decrease of the curing temperature, the charge acceptance and electrical conductivity of the plate increased.

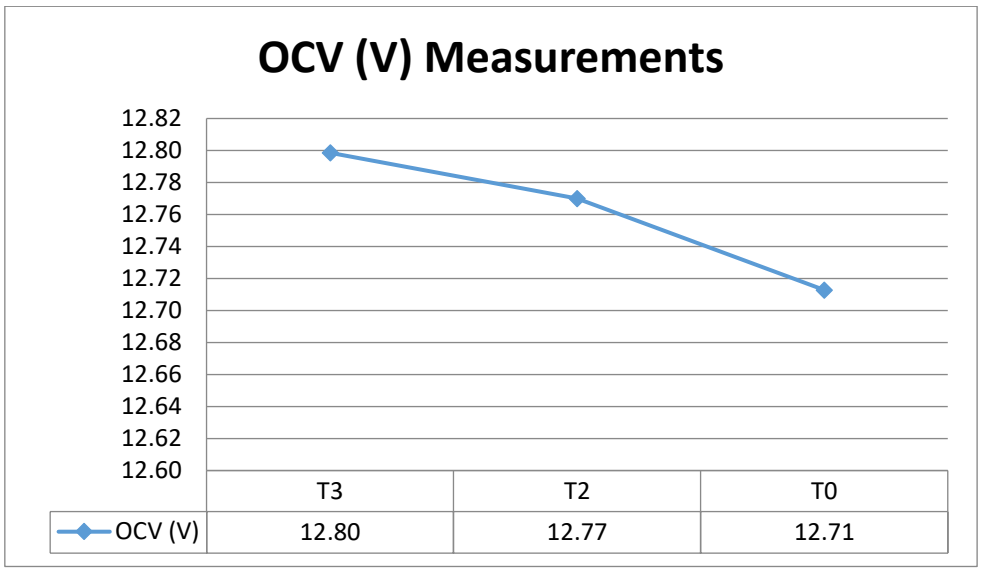


Figure 3. Open-Circuit Voltage (OCV) Values of Batteries

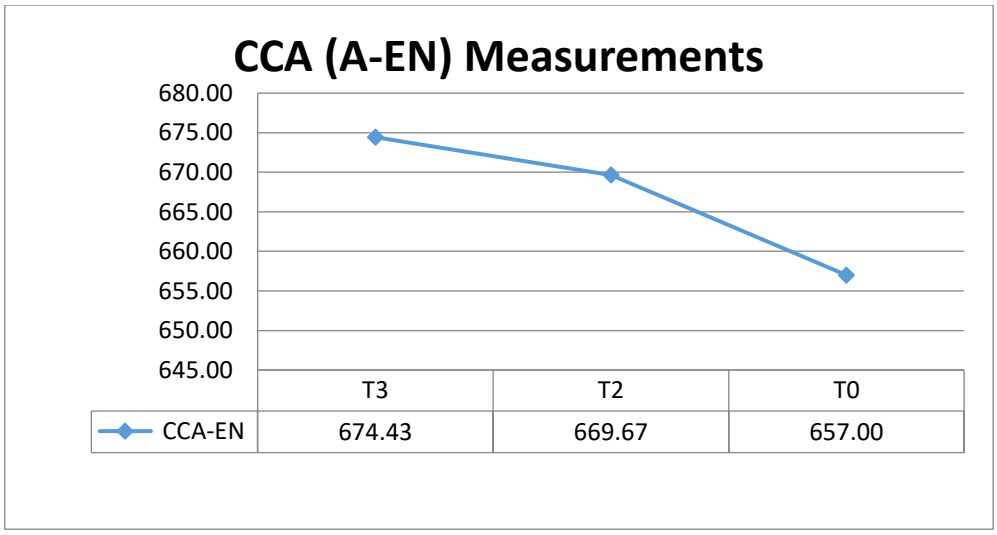


Figure 4. Cold cranking Ampere (CCA) Values of Batteries

3.2. Capacity (C_{20}, Ah) Test Measurements

The effect of curing temperature on the battery capacity was investigated. The capacity test results of control sample and tests groups are given in Figure 5. There was no noticeable change in capacity with decreasing plate curing temperatures and increasing the 3BS/4BS ratio.

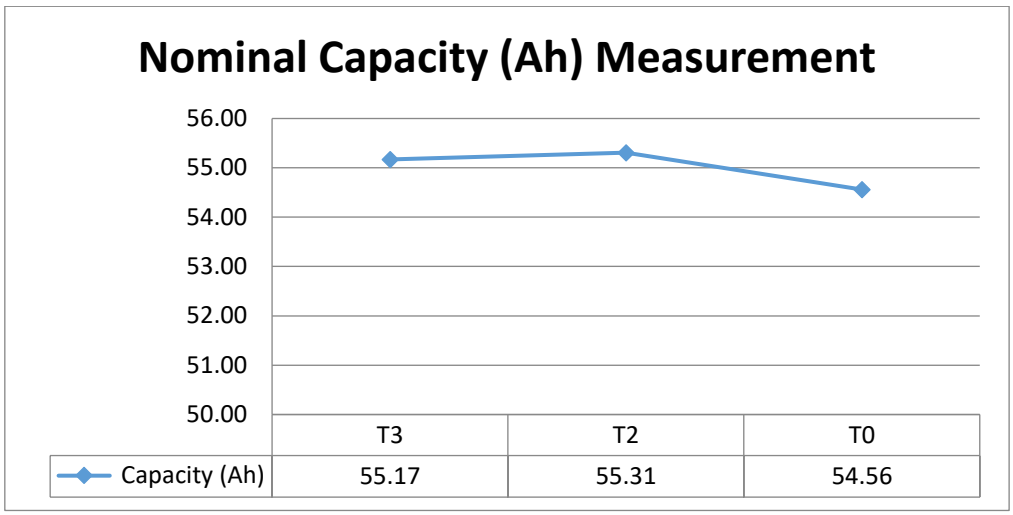


Figure 5. Capacity (Ah) Values of Batteries

3.3. Cold Cranking Performance Test Measurements

In order to examine the effect of decreasing curing temperature of plate on the battery performance, the cold-cranking performance test was performed. Test results are given in Figure 6. According to the test procedure, 590 A current was drawn for 10 seconds from the batteries at -18 ºC. After 10 s discharge, Terminal voltage, U_f , should not be less than 7, 5 V. The test results show that the U_f value of all batteries is above 7, 5 V. The Uf , terminal voltage, values of the T2 and T3 test groups are higher than the control group (T0).

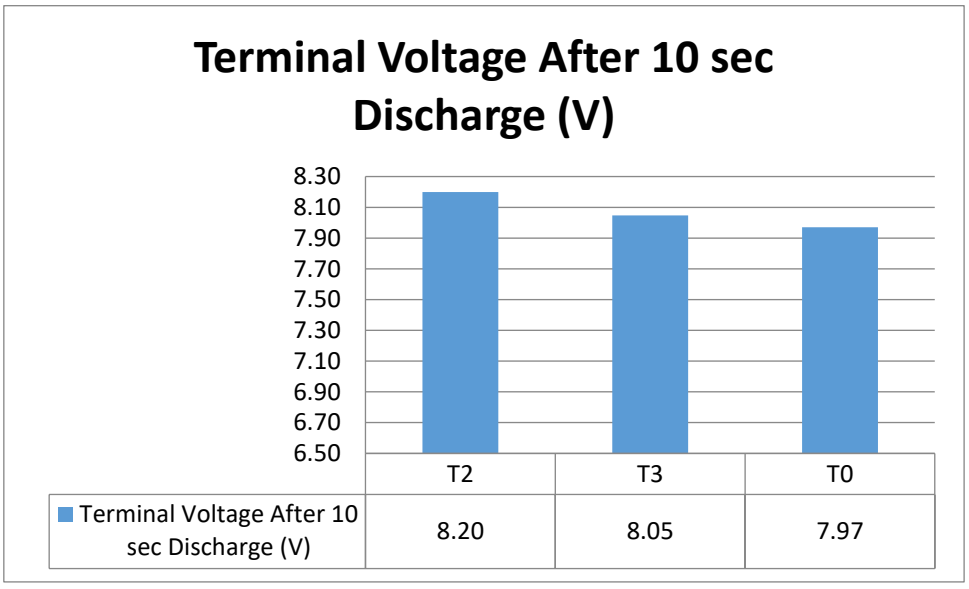


Figure 6. Cold-cranking performance test results of batteries

3.4. Charge Acceptance Test Measurements

A test was carried out to examine the effect of curing temperature on charge acceptance. According to Figure 7, the charge acceptance value of the T3 test group is approximately 10% higher than that of the T0 control group. As the temperature values of both the high temperature chamber and the low temperature chamber were decreased by about 15%, the 3BS/4BS ratio increased, so an increment in the charge acceptance value is observed.

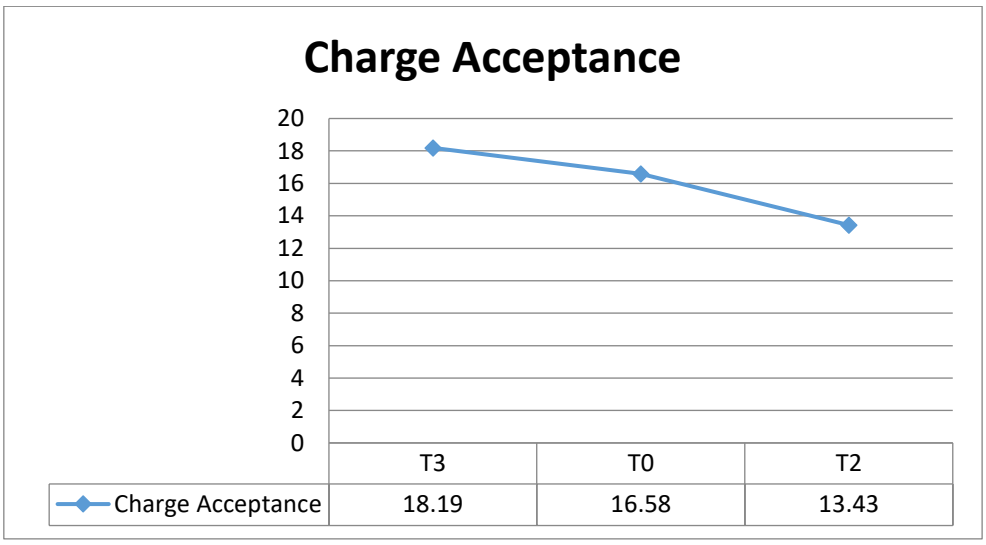


Figure 7. Charge Acceptance test results of batteries

3.5. Endurance Cycle Test

In order to examine the lead acid battery cycle life of the decrement in curing temperature, an endurance cycle test was performed. Test results are given in Figure 8. Compared to T0, the cycle numbers of T2 and T3 are approximately 28% and 19% higher, respectively. It is seen that the optimum 3BS/4BS ratio increases the battery cycle life.

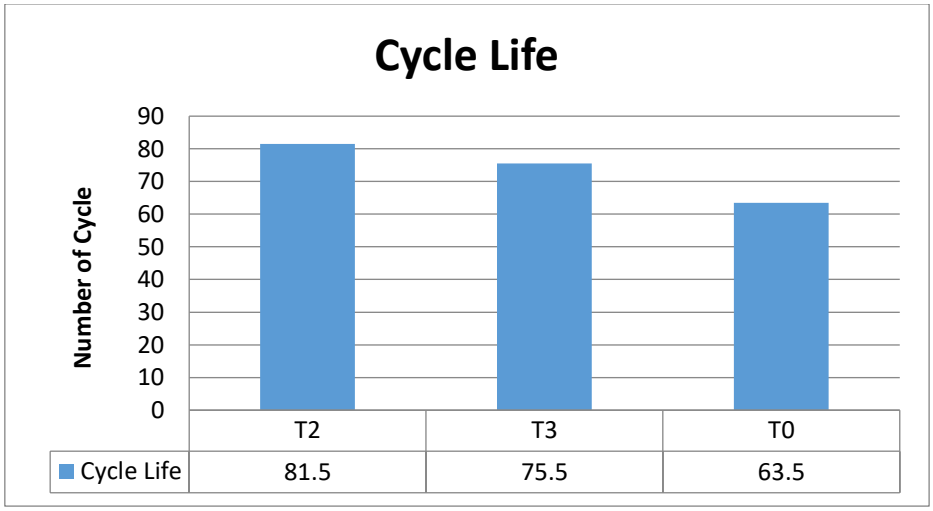


Figure 8. Cycle Life test results of batteries

3.6. Microstructure of Cured PAM

In order to examine microstructure of cured PAM, SEM analysis was carried out. Microstructure of cured PAM is given in Figure 9. It is observed that with the reduction of the temperature values of both high and low temperature chambers by about 15% (T3), 4BS microstructures decreased and 3BS microstructures were formed. Although increasing the 3BS structure increases charge acceptance, it may result in reduced battery cycle life.

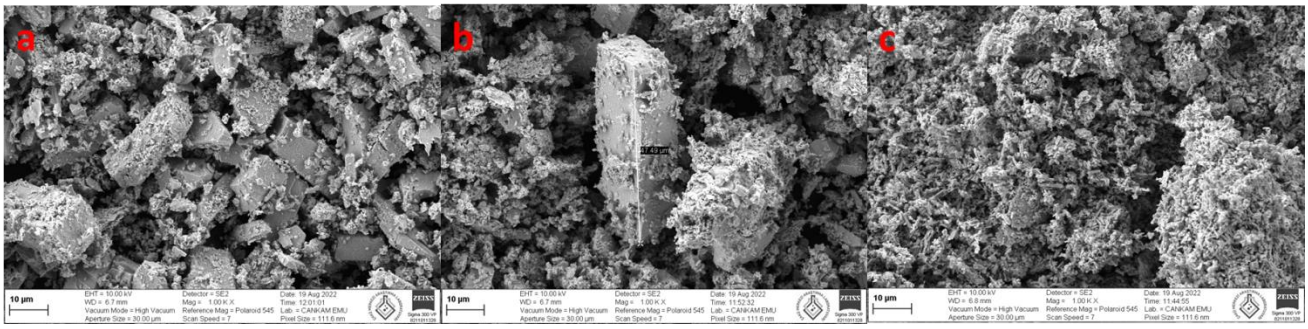


Figure 9. Cured Plates; (a):T0, (b): T2, (c): T3

CONCLUSION

In this study, the effect of curing temperature is investigated on SLI (Starting Lighting Ignition) lead-acid battery. When the SEM analysis is examined, it is observed that the 3BS/4BS microstructure ratio increased with the decrease of the curing temperature value. By reducing the temperature value of both high and low temperature chambers by 15% (T3), OCV (V) and CCA (A-EN) values were found to be 0.09 and 17 units higher than the control group, respectively, which can be associated with an increase in the 3BS ratio. Increasing the 3BS/4BS ratio does not significantly raise the battery capacity. The increment in the 3BS/4BS ratio also caused an increase in the Uf, terminal voltage, value. When the Uf value of T2 and T3 test groups are compared with T0, an increase of 3 % and 1 % are observed, respectively. When it comes to charge acceptance of batteries, The charge acceptance value of T3 is about 10% higher than the charge acceptance value of T0. It is observed that the charge acceptance value increased with the increase in the formation of the 3BS microstructure. The number of cycles of the T2 test group is found to be approximately 28% higher than the number of cycles of the T0 group, indicating that the 3BS/4BS ratio is optimum.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors sincerely thank Abdulkadir Özcan Otomotiv Lastik Sanayi ve Ticaret A.Ş board of directors and workers for their financial and moral support.

REFERENCES

Boden D.P., Improved oxides for production of lead/acid battery plates. Journal of power sources, 1998, 3(1): 56-59.

Sirin Y., Effects of different type carbon additives on the performance of negative lead acid battery electrode, 2020, 5th International Anatolian Energy Symposium.

Eydemir Y., Strengthened battery design for start stop vehicles. Gazi University, Energy Systems Engineering, Ankara, 2019, pp. 12-28.

Pavlov D., LeadeAcid Batteries: Science and Technology, Second Edition, 2017, p. 381-382

➢ *ORAL PRESENTATION*

The Effect of Multi Walled Carbon Nanotube (MWCNT) on the SLI Lead-Acid Battery Performance

Burak Alici* (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3172-877X), Memduh Arslan (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8297-2388) Yildirim Eydemir (ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4460-9670), Ilter Gursoy (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3415-4046), Enes Demiyurek (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4528-0101)

Abdulkadir Özcan Otomotiv Lastik Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi, R&D Center, Cankırı, Turkey.

*Corresponding author e-mail: burak.alici@akoaku.com

Abstract

Recently, the use of carbon addition in lead acid batteries, such as carbon black, activated carbon, graphene and carbon nanotube, has become widespread. The most important feature of carbon derivatives is that they increase electrical conductivity and enhance active material utilization. Nowadays, due to its unique properties, such as high electrical conductivity and multi-layer, the use of multi-walled carbon nanotube (MWCNT) lead acid batteries has gained importance. In this study, the effects of MWCNT addition on both positive active material (PAM) and negative active material (NAM) on lead acid battery performance were investigated. Although there was no visible microstructural change in NAM containing MWCNT, it had a positive effect on battery performance, including, cold-cranking performance and charge acceptance, compared to others. On the other hand, when MWCNT is added to PAM, it has been observed that there is a significant increase in battery cycle life.

Keywords: Starting-Lighting-Ignition, Lead-Acid Battery, MWCNT, PAM, NAM, Additive

1. INTRODUCTION

Lead-acid battery does not store electricity but rather it stores a series of chemical, through a chemical process electricity is produced. The primary task in vehicles is to run the starter that gives the engine the first movement. Besides, in state of problems with the charger, the air conditioner, heater, radio, a headlight is needed to operate such systems (Boden, 1998). Lead-acid batteries form the basis of rechargeable battery systems. Lead-acid batteries' reliability, low-cost and life span for many years despite the developing technology of new battery systems, lead-acid batteries are still the most preferred battery in the world as the most widely used system (Sirin, 2020).

Lead–acid battery consisted of positive electrode, negative electrode, separator and electrolyte (Figure 1). Lead acid battery: oxide manufacturing, strip and grid manufacturing, paste mixing process, pasting process, curing process, assembly, formation, laboratory and test processes, including different manufacturing methods and processes are produced as a result of the merger (Eydemir, 2019).

Recently, the use of carbon addition in lead acid batteries, such as carbon black, activated carbon, graphene and carbon nanotube has become widespread. The most important feature of carbon derivatives is that they increase electrical conductivity and enhance active material utilization. Nowadays, due to its unique properties, such as high electrical conductivity and multi-layer, the use of MWCNT lead acid batteries has gained importance.

M. Saravanan, et al. carried out study which adding of Multi-Walled Carbon Nanotubes (MWCNT) in the negative active material (NAM) as an alternate conductive. The adding of optimum ratio of MWCNT in the NAM, lead-acid battery performance was increased, including, high capacity, excellent cycling performance and high-rate partial state of charge (HRPSoC). In addition, irreversible lead sulfate on the NAM were considerably decreased, which are increased active material utilization and enhanced electrode performance (Saravanan, 2013).

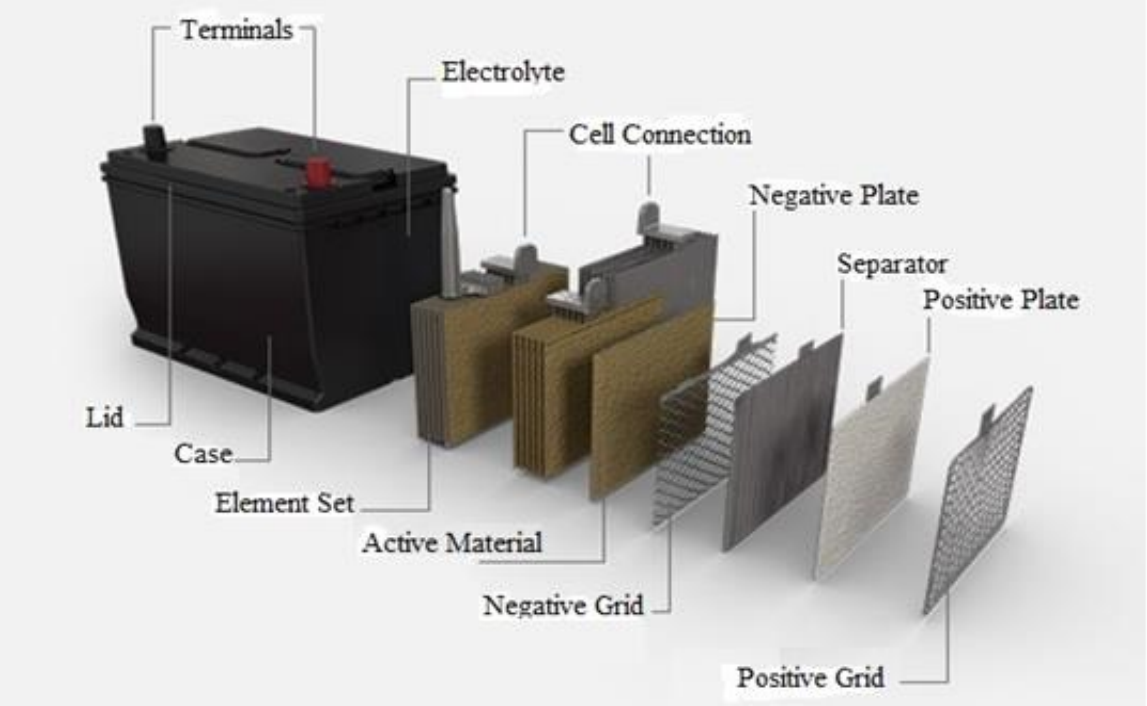


Figure 1. Standard lead acid battery and components

S. Mithin Kumar, et al. investigated the effect of different diameter ranges of MWCNT adding to the NAM on the lead acid battery. MWCNT diameter ranges between 50-100 nm shows that high specific capacity and cyclability in the lead acid battery (Kumar, 2019).

Steven W. Swogger, et al. researched that effect of MWCNT additive which is discrete carbon nanotubes (dCNT) in NAM for lead acid battery (LAB). With the adding of dCNT in the NAM, lead acid battery performances were enhanced. Batteries including dCNT in NAM showed that no change paste properties, improved charge acceptance, reserve capacity, and cold-cranking performance (Swogger, 2014).

Nanjan Sugumaran, et al. studied that effect of MWCNT (dCNT) in both positive active material (PAM) and NAM for lead acid battery. dCNT was added to PAM and NAM 0.16% w.r.t. Using of dCNT both PAM and NAM, lead acid batteries properties were improved, which are cycle life, charge acceptance and cold cranking performance (Sugumaran, 2015).

R. Marom, et.al. investigated different type MWCNT additives, which are un-modified and modified with carboxylic group, in the PAM and NAM electrodes for lead acid battery. These additives were added to PAM and NAM with the different ratio (between 0,008 % to 0,02 %). Batteries containing MWCNT additive that is modified with carboxylic group showed that enhancement electrical conductivity and prolonged cycle life (Marom, 2015).

In this study, the effects on the SLI lead acid battery were investigated by using MWCNT both positive active material (PAM) and negative active material (NAM).

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Sample Preparation

Positive and negative electrodes were produced by adding MWCNT to PAM and/or NAM. Both positive and negative control samples without MWCNT were produced for comparison (Table 1).

Table 1. Experiment Groups

Experiment Groups	PAM	NAM
Control Groups (CS)	STANDARD	STANDARD
C1 Test Groups	MWCNT	MWCNT
C2 Test Groups	STANDARD	MWCNT
C3 Test Groups	MWCNT	STANDARD

2.2. Test and Characterization

Cold-cranking ampere (CCA) (A-EN) and open-circuit voltage (OCV) (V) values of batteries were measured by midtronics device. The OCV (V) value means the total voltage of the 6 cells of the battery and should be a minimum of 12.72 V. CCA (A-EN) means that cold cranking ampere value of battery.

In order to check capacity of batteries, capacity test was implemented with respect to EN 50342-1 test standard (EN: European Norm). The capacity (Cn) is 20 h capacity (C20-Ah) defined for the temperature of 25°C ± 2°C. The battery must be discharged with the current, which is kept constant at ± 1% of the rated value, until the voltage between the terminals drops to 10,50 V ± 0,05 V. This discharge time, t (h), should be recorded. The beginning of the discharge should be within the period of 1 hour to 5 hours from the end of the charge. The nominal 20 h capacity Cn is the electric charge (in Ah) that a battery can supply with a current: (1) In = Cn /20 h (2) Ce = t x In (Ah)

In accordance with EN 50342-1 test standard, cold-cranking performance test applied to the batteries. The battery temperature should be adjusted to -18˚C ± 1ºC. The battery must be discharged with Icc current. After 10 s discharge, the voltage Uf between the terminals should be recorded, and the current cut off. The Uf voltage should not be less than 7.50 V.

A charge acceptance test (EN 50342-1) was applied battery in order to examine the effect of curing conditions on charge acceptance. The battery should be discharged at a temperature of 25 ºC ± 2 ºC at a current I0 (A) for 5 h where: (3) I0= Ce/10h. Ce value should be taken as the maximum value Ce of the previous discharges. Within 10 min after the discharge, the battery should be placed in a cooling chamber with (forced) air circulation at a temperature of 0 ºC ± 1 ºC until the temperature of the middle cells is 0 °C ± 1 °C. It is generally accepted that the required temperature will be achieved after a minimum period of 15 h in the cooling chamber. At this temperature, the battery should be charged at a constant voltage of 14,40 V ± 0,05 V and Imax = 50 A for batteries having sizes defined in EN 50342-2 and Imax = 100 A for batteries having sizes defined in EN 50342-4. After 10 min, the charging current Ica should be recorded. Requirements: (4) Ica ≥ 2 I0.

Batteries should be placed in a water bath and stored at +40 ± ˚C ± 2˚C. The charge voltage U 15,6 V and charge rate CR of the battery to be tested will be used as 1,08. Batteries will be connected to series of cycles. Each cycle consists of the following; the battery will be discharged with a constant current at I = 5 ln for 2 hours. If it drops below 10.5 V, the test will be terminated. In the first step, the battery will be charged for a maximum of 5 hours under constant voltage and with a current limitation at 5 ln. The above steps are applied until the voltage during discharge is above the limit or until the number of 360 cycles is reached.

SEM analysis was performed on the cured positive and negative plates to examine the microstructure.

3. RESULTS and DISCUSSION

3.1. OCV (V) and CCA (A-EN) Measurements

The OCV (V) and CCA (A-EN) values of the batteries were measured by midtronics device. The OCV (V) values of test groups and control groups are given in Figure 1. The results show that OCV (V) values are similar in all batteries. No significant differences are observed. When it comes to CCA (A-EN) values (Figure 2), CCA (A-EN) values of control group is higher than the CCA values of test groups. With adding of MWCNT to NAM and/or PAM, increment in CCA values would be expected. On the contrary, a decrease in CCA values

was observed in lead acid batteries containing MWCNT. The lowest CCA value was seen when the MWCNT was added to both PAM and NAM – C1.

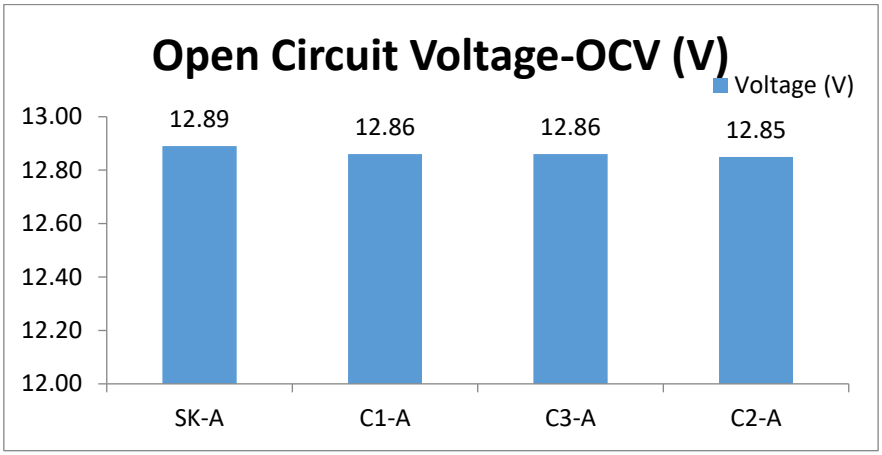


Figure 2. Open-Circuit Voltage (OCV) (V) Values of Batteries

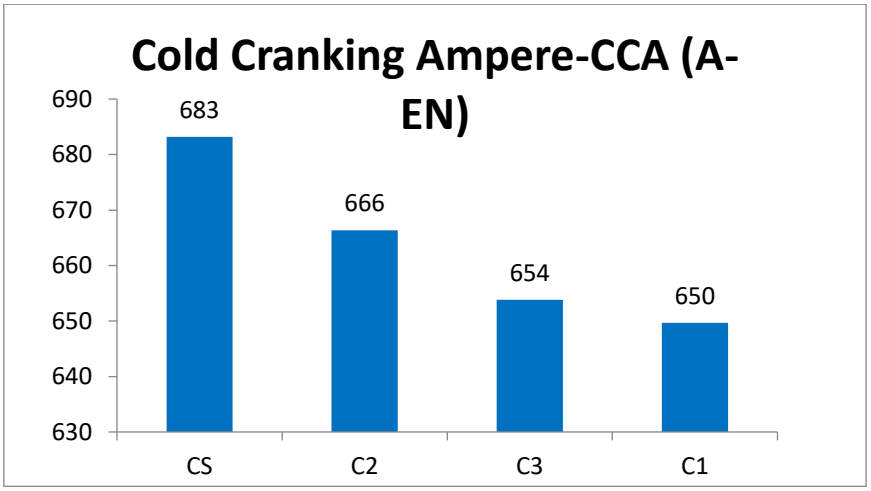


Figure 3. Cold cranking Ampere (CCA) Values of Batteries

3.2. Capacity (C_{20}, Ah) Test Measurements

The effect of PAM and/or NAM containing MWCNT on the battery capacity was investigated. The capacity test results of control sample and tests groups are given in Figure 4. An increment in capacity was observed with the addition of MWCNT to both PAM and NAM – C1. Its capacity is 8% higher than the control sample (CS). In addition, with the addition of MWCNT only to NAM – C2, an increase of 6% was observed compared to the CS. This shows that the addition of MWCNT has a positive effect on capacity efficiency.

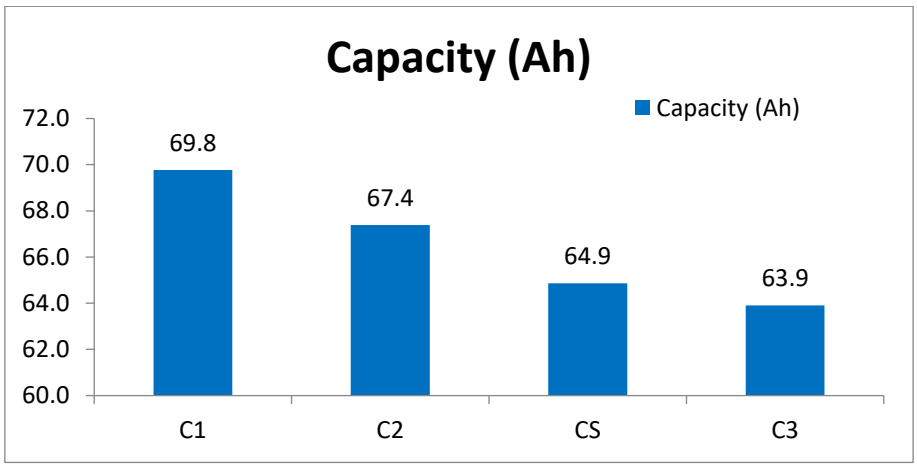


Figure 4. Capacity (Ah) Values of Batteries

3.3. Cold Cranking Performance Test Measurements

In order to examine the effect of MWCNT additives were added to NAM and/or PAM on the battery performance, the cold-cranking performance test was performed. Test results are given in Figure 5. According to the test procedure, 610 A current was drawn for 10 seconds from the batteries at -18 ºC. After 10 s discharge, Terminal voltage, U_f, should not be less than 7, 5 V. The test results show that the U_f value of all batteries is above 7, 5 V. The battery that is included MWCNT additive in NAM – C2 has the highest U_f value, which corresponds to 7, 95 V. Terminal voltage value of C2 is approximately 1% higher than CS.

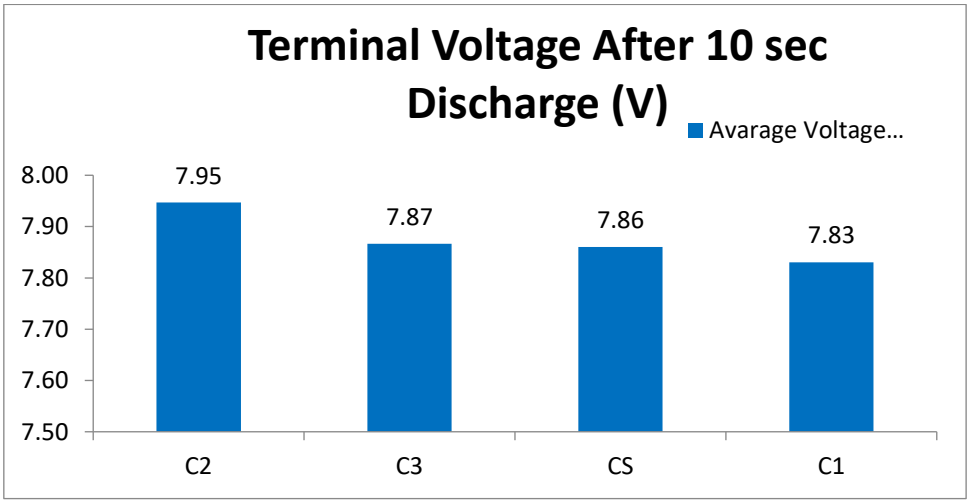


Figure 5. Cold-cranking performance test results of batteries

3.4. Charge Acceptance Test Measurements

A test was carried out to examine the effect of PAM and/or NAM including MWCNT on charge acceptance. According to Figure 6, the addition of MWCNT to NAM – C2 increased 7% charge acceptance with respect to CS.

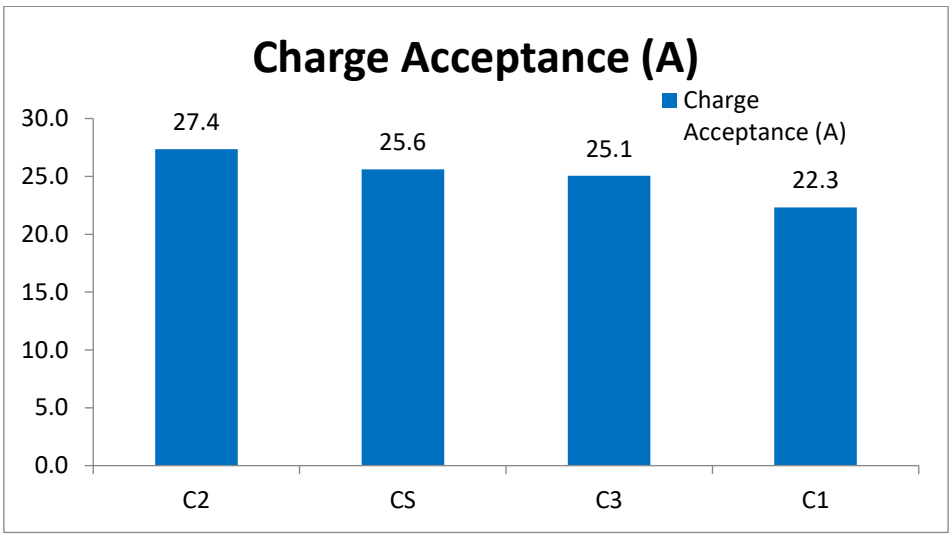


Figure 6. Charge Acceptance test results of batteries

3.5. Endurance Cycle Test

In order to examine the lead acid battery cycle life of the MWCNT addition, an endurance cycle test was performed. Test results are given in Figure 7. The results show that the addition of MWCNT to PAM significantly increases the battery cycle life. The addition of MWCNT to the PAM increased the battery cycle life by approximately 34 % compared to the control sample.

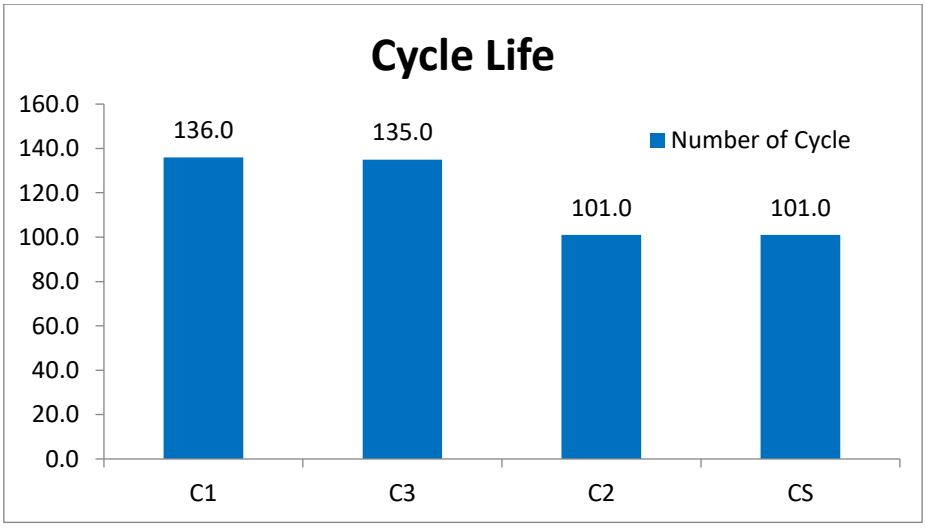


Figure 7. Cycle Life test results of batteries

3.6. Microstructure of Cured PAM and NAM

In order to examine microstructure of cured PAM and NAM w/o MWCNT, SEM analysis was carried out. Microstructure of cured PAM and NAM are given in Figure 8. When PAM containing MWCNT was examined, it was observed that smaller crystals were formed instead of large crystals, which is one of the factors that increase the charge acceptance ability, capacity and cycle life. As for the cured NAM containing MWCNT, there is no significant difference in micrographs compared to the control sample.

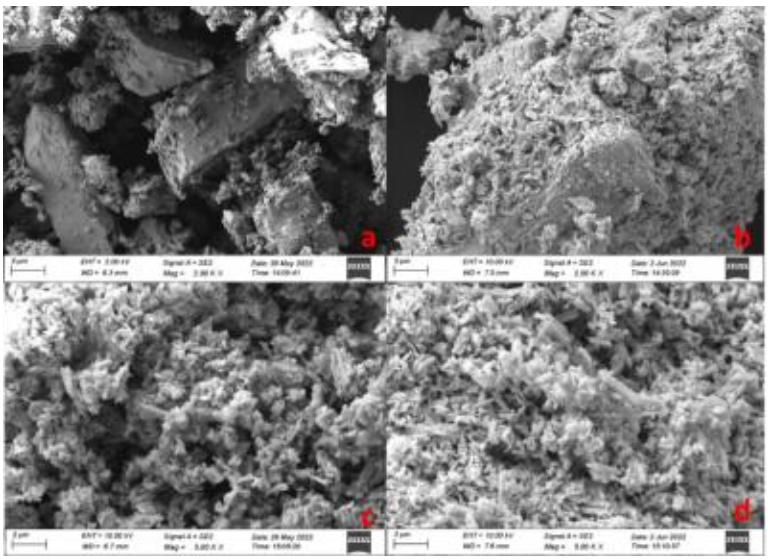


Figure 8. Cured Plates; (a): PAM without MWCNT, (b): PAM with MWCNT, (c): NAM without MWCNT, (d): NAM with MWCNT

CONCLUSION

In this study, the effect of MWCNT addition to PAM and/or NAM was investigated on SLI (Starting Lighting Ignition) lead-acid battery. In the OCV (V) values, there are no significant differences. However, the addition of MWCNT had an unexpected negative effect on CCA values. In particular, the addition of the MWCNT additive to PAM and NAM significantly reduced the CCA value, which corresponds to 33 units. While there was no change in capacity when MWCNT was added to PAM only, it was observed that when added to PAM and/or NAM that has higher capacity compared to the control sample. The capacity value of C1 (PAM and NAM including MWCNT) is approximately 8% higher than the capacitance value of CS (MWCNT-free). The addition of MWCNT had no noticeable effect on cold cranking performance. The charge acceptance value increased with the addition of MWCNT to NAM, which is about 7%. When the cycle life is examined, it is seen that the addition of MWCNT to both PAM and NAM significantly increase the battery cycle life, which is approximately 35%. Just by adding MWCNT to PAM, the battery cycle life is increased, which is about 34%. Addition of MWCNT to NAM did not increase the battery cycle life. When the microstructures of cured PAM and NAM were examined, it was observed that the crystalline size of PAM decreased with the addition of MWCNT. However, there is no visible difference in the microstructure of MWCNT added NAM. As a result, the addition of MWCNT addition to NAM increased lead battery performance compared to others. In future studies, the effect of MWCNT addition on the performance of both AGM and EFB batteries will be examined.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors sincerely thank Abdulkadir Özcan Otomotiv Lastik Sanayi ve Ticaret A.Ş board of directors and workers for their financial and moral support.

REFERENCES

Boden D.P., Improved oxides for production of lead/acid battery plates. Journal of power sources, 1998, 3(1): 56-59.

Sirin Y., Effects of different type carbon additives on the performance of negative lead acid battery electrode, 2020, 5th International Anatolian Energy Symposium.

Eydemir Y., Strengthened battery design for start stop vehicles. Gazi University, Energy Systems Engineering, Ankara, 2019, pp. 12-28.

M. Saravanan, P. Sennu, M. Ganesan and S. Ambalavanan, Multi-Walled Carbon Nanotubes Percolation Network Enhanced the Performance of Negative Electrode for Lead-Acid Battery, J. Electrochem. Soc. 2013, Volume 160, Issue 1, Pages A70-A76.

S. Mithin Kumar, S. Arun, Sundar Mayavan, Effect of carbon nanotubes with varying dimensions and properties on the performance of lead acid batteries operating under high-rate partial state of charge conditions, Journal of Energy Storage 24 (2019) 100806.

Steven W. Swogger, Paul Everill, D.P. Dubey, Nanjan Sugumaran, Discrete carbon nanotubes increase lead acid battery charge acceptance and performance, Journal of Power Sources 261 (2014) 55-63.

Nanjan Sugumaran, Paul Everill, Steven W. Swogger, D.P. Dubey, Lead acid battery performance and cycle life increased through addition of discrete carbon nanotubes to both electrodes, Journal of Power Sources 279 (2015) 281-293.

Rotem Marom, Baruch Ziv, Anjan Banerjee, Beni Cahana , Shalom Luski, Doron Aurbach, Enhanced performance of starter lighting ignition type lead-acid batteries with carbon nanotubes as an additive to the active mass, Journal of Power Sources 296 (2015) 78-85.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Determining Smart Gas Meter Qualifications and Life Cycle by using QFD Analysis

Huseyin Biyikci[1*] *(ORCID:https://orcid.org/0000-0001-5437-3302)*,
Özlem Şenvar[2] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0003-3648-9445*)

[*1] Marmara University, Engineering Faculty, Institute of Pure and Applied Sciences, Istanbul, Turkey.
[2] Marmara University, Engineering Faculty, Department of Industrial Engineering, Istanbul, Turkey.

*huseyinbiyikci@marun.edu.tr

Abstract

Smart gas meters (SGM) are designed to meet the necessity of remote monitoring of end-user consumption data, precise measurement, steady communication, cyber security and software requirements. Smart gas meters (SGM); have to meet all technical requirements in the end-to-end process until their transfer to the IoT platform. Additionally, smart gas meters have met technical specifications such as operating range, battery life, data recording and sending, alarm generation and regular communication. Smart gas meters must work in compliance with the Measurement Instrument Directive (MID), Electromagnetic Compatibility (EMC) and Atmospheric Explosion (ATEX) directive within the framework of the European Union conformity criteria. The measurement of gas volume in smart gas meters is realized based on the principle of measuring gas velocity with a flow sensor or thermal sensor. Smart gas meters consist of some components (flow sensor, temperature sensor, pressure sensor, gyro sensor, etc.) depending on the manufacturer's preference. Mentioned standards above have provided a baseline within the scope of this study to satisfy the requirements of smart gas meters.
In this study, the evaluation process has been investigated for the technological features that have been considered in smart meter procurement. This study aims to perform a systematic ranking and selection of the best smart meter alternatives meeting the necessities of distribution system operators (DSO) as per the determined criteria mentioned above. The aim of this paper is to determine the criteria for a special smart gas meter by using Quality Function Deployment (QFD) technique for the natural gas sector in Turkey. QFD technique was selected for the product enhancement operation at Istanbul Gas Distribution Industry And Trade Joint Stock Company (IGDAS), one of the largest natural gas distribution firms in Europe. The three specialists provided their evaluations of the criteria. The implementation of QFD in a smart gas meter is defined systematically. To the best of my knowledge, there is no study intended to address the quality evaluation of smart gas meters privately in the literature. This study will guide DSO in selecting the right smart gas meter alternatives.

Keywords: Quality Function Deployment (QFD), Smart Natural Gas Meter, Natural Gas Distributor, Supplier Selection.

INTRODUCTION

Quality Function Deployment (QFD), which is designed for determining customers` needs and transforming these needs into technical information by improving and developing, is one of the best techniques from a quality perspective. QFD is designed by Yoji Akao in Japan (Akao, 1990). QFD analysis is preferred as a convenient tool not only for new product development (NPD) but also for the improvement of a product with different targets and approaches in various areas. It is observed clearly that, customers` necessities as the most important factor that one should identify, while compounding the quality approach and NPD. QFD is utilized with Analytical Hierarchy Process (AHP) to design a better sports earphone (Tu et al. 2011). Some authors have determined the optimum set of design requirements for indoor air quality problems using the house of quality (Park and Kim, 1998).

Some authors mentioned that Pipe Strangling Equipment is designed as per customer expectations (Camgoz-Akdag et al. 2012). Others have suggested that for the setting of the energy security management model (Shin et al. 2013). Yet, others have used that in developing of chartering services for shipping companies (Fatahillah et al. 2019). This is then utilized to enhance product quality and the negotiation process, hence increase to

market success (Fonseca et al. 2020). Some others used QFD in the examination of quantitative models of sustainability liquefied natural gas supply chain management (Al-Haidous and Al-Ansari 2020).
The limited number of studies in the field of especially energy and other areas is presented in table 1.

Table 1. Studies using QFD method

	Author (year)	Title	Methodology	Focus
1	Fonseca et al. (2020)	QFD as a Tool to Improve Negotiation Process, Product Quality, and Market Success, in an Automotive Industry Battery Components Supplier	QFD	Battery Suppliers
2	Al-Haidous and Al-Ansari (2020)	Sustainable Liquefied Natural Gas Supply Chain Management: A Review of Quantitative Models	QFD	Liquefied Natural Gas
3	Fatahillah et al. (2019)	Chartering Services Development with the QFD Approach: Case Study on Liquid Freight Shipping Companies	QFD	Liquid Freight Shipping Companies
4	Shin et al. (2013)	An Energy Security Management Model Using Quality Function Deployment and System Dynamics	QFD	Energy Security Management
5	Camgoz-Akdag et al. (2012)	Product Improvement with Quality Function Deployment (QFD) Technique	QFD	Pipe Strangling Equipment
6	Park and Kim (1998)	Determination of an Optimal Set of Design Requirements Using House of Quality	QFD	Indoor Air Quality Improvement

Especially in the last decade, QFD has been used in combination with different methods. Some researchers have established a decision support system by combining QFD and Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) for the selection of production automation technologies (Almannai et al. 2008). Some authors used a hybrid fuzzy decision model combining The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) with QFD to evaluate and understand financial innovation perviousness in renewable energy investment (Li et al. 2022). Some authors proposed the Fuzzy Quality Function Deployment (FQFD) framework in order to carry out sustainable operations efficiently by saving energy and using energy resources efficiently in wastewater treatment plants (WWTPs). The framework presents multi-criteria decision-making (MCDM) models which use Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) in determining the selection algorithm for order preferences (Akbaş and Bilgen 2017).
The limited number of studies which combined QFD with other methods in the field of especially energy and other areas is presented in table 2.

Table 2. Studies which combined QFD with other methods

	Author (year)	Title	Methodology	Focus
1	Li et al. (2022)	Understanding the Financial Innovation Priorities for Renewable Energy Investors via QFD-based Picture Fuzzy and Rough Numbers	FQFD - DEMATEL	Financial Innovations
2	Hsu et al. (2022)	Enhancing Supply Chain Agility with Industry 4.0 Enablers to Mitigate Ripple Effects Based on Integrated QFD-MCDM: An Empirical Study of New Energy Materials Manufacturers	QFD - FMEA - DEMATEL - FDM - VIKOR	New Energy Materials Manufacturers
3	Haiyun et al. (2021)	Analysis of the Innovation Strategies for Green Supply Chain Management in the Energy Industry Using the QFD-Based Hybrid Interval Valued Intuitionistic Fuzzy Decision Approach	QFD - DEMATEL	Green Supply Chain Management
4	Akbaş and Bilgen (2017)	An Integrated Fuzzy QFD and TOPSIS Methodology for Choosing the Ideal Gas Fuel at WWTPs	FQFD - TOPSIS	Energy Efficiency
5	Tu et al. (2011)	Applying Combined AHP-QFD Method In New Product Development A case study in developing new sports earphone	QFD - AHP	Earphone
6	Schillo, Isabelle, and Shakiba (2017)	Linking advanced biofuels policies with stakeholder interests: A method building on Quality Function Deployment	QFD - AHP	Biofuels Policies
7	Almannai et al. (2008)	A Decision Support Tool Based on QFD and FMEA for the Selection of Manufacturing Automation Technologies	QFD - FMEA	Manufacturing Technologies

MATERIALS AND METHODS

Within the scope of the project carried out in İGDAŞ, the QFD methodology was chosen to determine the product features to be preferred. Experts were selected to improve the smart gas meter thanks to QFD. Smart gas meters are used in households to measure gas flow and to manage some operations.
The implementation of the QFD to the smart gas meter is explained step by step as follows:
Step1: User prospects were specified by questionnaires by quality control, R&D and field personnel. User expectations and weights were rated out of 9 as presented in Table 3.
Step 2: At this stage, technical requirements relevant to user expectations are specified and stated. Technical requirements for QFD analysis are significant as experts take these requirements into account to meet user expectations. To specify the requirements, specialists from Quality, R&D and other departments need to collaborate together. Technical requirements described in this work: Measurement Accuracy, Abnormality Detection Rate Lifetime, Assembly and Preparation Time, Cost, Failure Rate Per Batch, Lifetime, MID, CE, EMC, Compliance IP 65, IP 66, IP 67, %30 hydrogen blending.

Step 3: Within the scope of the study, after specifying the technical requirements, the Experts at İGDAŞ establish the relationships between user expectations and technical requirements. Significance and direction of improvement are other important issues in QFD analysis. Experts interpret this information. In addition, it was determined by the experts that user expectations are relevant to technical requirements. All relationships are classified as strong, medium or weak. According to the interrelation between customer expectations and technical requirements, 9, 3 and 1 points indicate a strong, moderate and weak relationship, respectively. These relationships, improvement direction and significance levels are shown in Table 3.

Step 4: At this stage, the significance value of each technical requirement is figured out using the equation 1.

$$IVTR_i = \sum_{j=1}^{k} (IDCS_{ij} \times WCE_j) \quad (1)$$

where,
IVTR: The Significance value of technical requirement
IDCS: Significance degree of customer satisfaction between TR i and CE j.
WCE: Weight of j'th customer prospect

Technical importance degree clarifies the most significant requirements. Experts reveal as per the relations mentioned that: Measurement Accuracy, Abnormality Detection, Lifetime, Failure Rate Per Batch, MID, CE, EMC Compliance most significant features for this area. The normalization rate of each technical necessity is calculated with equation 2, by dividing the theoretical importance rating by the sum of all theoretical significance ratings and written into the QFD matrix.

$NTID_i = (TID_i \,/\, \sum_{j=1}^{n}(TID_i)$ (2)

where,
NTID: Normalization of i'th technical significance degree
TID: i'th technical significance degree

The degree of difficulty represents the level of applicability of each technical requirement. These ratings are calculated on a five-point measure. A score of 1 means that the applicability is very easy, and a score of 5 stands that the applicability is very difficult. Normalized values of technical requirements and difficulties are presented in Table 3. Relationships among user expectations and technical necessities are presented in Table 3.

Step 5: In this stage, correlations among technical relevancies are defined. The symbols defined above are put into the correlation matrix. "+" demonstrates a positive relation, "++" demonstrates a powerful positive relation, "-" demonstrates a negative relation, and "––" demonstrates a powerful negative relation. These correlations are presented in the relation matrix in Table 4.
Step 6: In the final stage, the quality improvement plan is made by prioritizing and considering the weight of technical requirements. These are presented in results section.

RESULTS

In this study, the measurement accuracy has the highest weight with 126 points as expected. For this reason, it has been determined that the elimination of any measurement errors is the most important technical requirement and it remains at the forefront for the following processes. One of the most important results of this study is related to the Failure Rate Per Batch and it has 114 points in weight importance. It is revealed that the failure rate per batch is the second important issue according to experts. In the quality improvement plan, it was determined that the most important issue was the failure rate per batch.

Table 3 – Technical evaluation for expectations and requirements

	TECHNICAL REQUIREMENTS										
CUSTOMER IMPORTANCE RATING	CUSTOMER EXPECTATIONS	Lifetime	Abnormality Detection Rate	Measurement Accuracy	Assembly and Preparation Time	Cost	IP 65, IP 66, IP 67	Lifetime	MID, CE, EMC Compliance	Failure Rate Per Batch	%30 Blending
9	Battery Life	9		1						1	
9	Generating Alarm in case of interference		9	3						1	
3	Accurate Measurement			9	3	3			3	3	3
3	Plug in Play				9					1	
9	Cost Effective			3		9	3	3			3
3	Adaptation to the Environment			1			9				
3	Longevity	9		1				9		1	
9	Regulatory Compliance			3					9		
9	After Sales Reponsibilities									9	
3	Hydrogen Measurement Capability			1							9
	Technical Difficulties	3	3	3	3	3	2	2	4	4	4
	Technical Priorities	108	81	126	36	90	54	54	90	114	63
	Normalization Value	13,2	9,93	15,4	4,4	11	6,62	6,6	11	14	7,7

"MID, CE, EMC compliance" and "cost" criteria are the other significant features found as significant technical requirements. The score of these two features is 90, after the measurement accuracy and failure rate per batch. Therefore, the cost of each technical requirement should be considered. In other words, the cost is another competitive area for the product. “Abnormality Detection Rate” must be considered at the determine the next improvement area because of 81 points in importance weight. Thus, the alarms generated by smart gas meters are another important issue for gas distribution companies. However, the least important quality requirement is found as “assembly and preparation time”.

Table 4 – Correlation for each expectations and requirements

	Lifetime	Abnormality Detection Rate	Measurement Accuracy	Assembly and Preparation Time	Cost	IP 65, IP 66, IP 67	Lifetime	MID, CE, EMC Compliance	Failure Rate Per Batch	%30 Blending
Lifetime		+						+		++
Abnormality Detection Rate			+		+		+			
Measurement Accuracy										
Assembly and Preparation Time										
Cost			-				-		-	
IP 65, IP 66, IP 67										
Lifetime										
MID, CE, EMC Compliance										
Failure Rate Per Batch										
%30 Blending					-					

Additionally, identification of environment adaptation is evaluated as per scale in Table 5 and Table 6 respectively.

Table 5 – Evaluation scale for environment adaptation

Identification Protection		Scale
IP 65	Protection for Dust + Low pressure Water	1
IP 66	Protection for Dust + High pressure Water	3
IP 67	Protection for Dust + in depth Water	10

Table 6 – Evaluation scale for measurement adaptation for Hydrogen

Measurement Capability		Scale
5%	Measure capability for Hydrogen blended gas	1
10%	Measure capability for Hydrogen blended gas	3
30%	Measure capability for Hydrogen blended gas	10

CONCLUSION

It has been determined that fuzzy QFD can be done in order to bring further levels of studies. The results of the study have been a guide to gas distribution companies about what should be considered in the determination of technical requirements before procurement. These results also can be used for supplier selection. Especially, meter failures that may occur in the field can lead to measurement errors and unexpected costs such as meter removal activities afterwards. It is possible to conduct surveys with more participants to identify areas where smart gas meters can improve. Additionally, the determined requirements can be concerned with lifecycle management in smart gas meter usage processes.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge the contributions of Istanbul Gas Distribution Industry And Trade Joint Stock Company.

REFERENCES

Akao, K. (1990). Quality function deployment, productivity process. Cambridge, MA.

Akbaş, Halil, and Bilge Bilgen. 2017. "An Integrated Fuzzy QFD and TOPSIS Methodology for Choosing the Ideal Gas Fuel at WWTPs." *Energy* 125: 484–97.

Al-Haidous, Sara, and Tareq Al-Ansari. 2020. "Sustainable Liquefied Natural Gas Supply Chain Management: A Review of Quantitative Models." *Sustainability (Switzerland)* 12(1).

Almannai, B., R. Greenough, and J. Kay. 2008. "A Decision Support Tool Based on QFD and FMEA for the Selection of Manufacturing Automation Technologies." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 24(4): 501–7.

Camgoz-Akdag, Hatice et al. 2012. "Product Improvement with Quality Function Deployment (QFD) Technique." *Advanced Materials Research* 445: 1058–63.

Fatahillah, Fuad, Berby Nindiya, and Erry Rimawan. 2019. 4 International Journal of Innovative Science and Research Technology *Chartering Services Development with the QFD Approach: Case Study on Liquid Freight Shipping Companies*. https://www.researchgate.net/publication/342521940.

Fonseca, L., J. Fernandes, and C. Delgado. 2020. "QFD as a Tool to Improve Negotiation Process, Product Quality, and Market Success, in an Automotive Industry Battery Components Supplier." In *Procedia Manufacturing*, Elsevier B.V., 1403–9.

Haiyun, Cui, Huang Zhixiong, Serhat Yüksel, and Hasan Dinçer. 2021. "Analysis of the Innovation Strategies for Green Supply Chain Management in the Energy Industry Using the QFD-Based Hybrid Interval Valued Intuitionistic Fuzzy Decision Approach." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 143.

Hsu, Chih Hung et al. 2022. "Enhancing Supply Chain Agility with Industry 4.0 Enablers to Mitigate Ripple Effects Based on Integrated QFD-MCDM: An Empirical Study of New Energy Materials Manufacturers." *Mathematics* 10(10).

Li, Wei, Serhat Yüksel, and Hasan Dinçer. 2022. "Understanding the Financial Innovation Priorities for Renewable Energy Investors via QFD-Based Picture Fuzzy and Rough Numbers." *Financial Innovation* 8(1).

Park, Taeho, and Kwang-Jae Kim. 1998. 16 Journal of Operations Management *Determination of an Optimal Set of Design Requirements Using House of Quality*.

Schillo, R. Sandra, Diane A. Isabelle, and Abtin Shakiba. 2017. "Linking Advanced Biofuels Policies with Stakeholder Interests: A Method Building on Quality Function Deployment." *Energy Policy* 100: 126–37.

Shin, Juneseuk, Wan Seon Shin, and Changyong Lee. 2013. "An Energy Security Management Model Using Quality Function Deployment and System Dynamics." *Energy Policy* 54: 72–86.

Tu, Nan et al. 2011. "Applying Combined AHP-QFD Method in New Product Development: A Case Study in Developing New Sports Earphone." In *2011 International Conference on Management Science and Industrial Engineering, MSIE 2011*, , 80–85.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Türkçe fatura veri kümesi üzerinde makine öğrenmesi ve adlandırılmış varlık tespiti uygulamaları

İlker YILDIZ[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9167-2774),*
Ayberk Emin KOTAN[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5085-2031),*
Ayşe Berna ALTINEL GİRGİN[3] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5544-0925)*

[1*,2]NetBT Danışmanlık Hizmetleri A.Ş., Ar-Ge Merkezi, İstanbul, Türkiye
[3]Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

*ilker.yildiz@net-bt.com.tr

Özet
Elektronik fatura uygulaması kapsamı dışında kalan e-arşiv ve kağıt faturalar dijital olarak teslim edilmemektedir. Bu faturalar dijital ortamda teslim edilmediği için fiziksel fatura olarak adlandırılmaktadır. Fiziksel faturaların finansal akışın incelenmesi ve muhasebe işlemlerinin kolaylaştırılması amacıyla dijital hale getirilmesi gerekmektedir. Yüksek fatura trafiğine sahip firmalar, faturaların sisteme aktarılmasında çok yoğun insan gücüne ihtiyaç duymaktadır. Bu çalışmada insan gücü ihtiyacının azaltılması amacıyla metin sınıflandırma ve Adlandırılmış Varlık Tespiti (AVT) *(Named Entity Recognition (NER))* araçları kullanılarak faturaların sınıflandırılması ve hedef varlıklarının tespiti sağlanmıştır. Fatura görüntülerinden metin elde etme aşamasında Google Vision Optik Karakter Tanıma (OKT) *(Optical Character Recognition (OCR))* aracı kullanılmıştır. Kullanılan OKT aracının çıktılarında bulunan blok ve kelime sıralamasında oluşan hatalar düzeltilmiştir. Uygulanan düzeltme işlemlerinin kullanılan araçlar üzerindeki etkisinin arttığı gözlemlenmiştir. Fatura türü sınıflandırma ve AVT modellerinin eğitimi için kullanılacak veri kümesinde veri dağılımını düzenlemeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Fatura türü sınıflandırma araçlarının eğitimi için dengeli veri kümesi oluşturmak üzere her sınıftan eşit miktarda veri alınmıştır. Ayrıca veri kümesindeki her varlık sınıfı, AVT modelinin eğitimi için eğitim ve test ortamına dahil edilmiştir. Eğitim için kullanılacak veri kümesi 80% eğitim, 10% test ve 10% validasyon verisi olmak üzere üçe bölünmüştür. Hiper parametre optimizasyonları gerçekleştirilerek optimum katsayılar bulunmaya çalışılmıştır. Fatura türünün sınıflandırılması ve AVT modellerinin eğitilmesinde spaCy ve CRF araçları kullanılmıştır. AVT araçlarının eğitiminde spaCy için en yüksek doğruluk değeri 98,75%, CRF (Conditional Random Fields) için ise en yüksek doğruluk değeri 97,68% olarak elde edilmiştir. Fatura türünün sınıflandırılması amacıyla eğitimi gerçekleştirilen spaCy modeli için en yüksek doğruluk değerine 98,3% olarak ulaşılmıştır.
Anahtar Kelimeler: Adlandırılmış Varlık Tespiti, CRF, Metin Sınıflandırma, spaCy, Türkçe Fatura

Machine learning and named entity recognition applications on Turkish invoice dataset

Abstract
E-archive and paper invoices which are outside the scope of electronic invoice application are not delivered digitally. Since these invoices are not delivered digitally, they are called physical invoices. Physical invoices need to be digitized in order to facilitate accounting transactions and examine financial flow. Companies with high invoice traffic need a lot of manpower in transferring invoices to the system. In this study, classification of invoices and determination of target entities were provided by using text classification and NER (Named Entity Recognition) tools to reduce the need for manpower. Google Vision OCR tool was used in the process of obtaining text from invoice images. Errors in block and word order in the outputs of the OCR (Optical Character Recognition) tool used have been corrected. It has been observed that the effect of the applied corrections on the tools used has increased. Data distribution in the dataset was adjusted to be used for invoice type classification and training of NER models. An equal amount of data was taken from each class to create a balanced dataset to train invoice type classification tools. Also, each entity class in the dataset is included in the training and testing environment for training the NER model. The dataset to be used for training is divided into three parts as 80% training, 10% testing and 10% validation data. Optimum coefficients were tried to be found by performing hyper parameter optimizations. SpaCy and CRF (Conditional Random Fields) tools were used to classify invoice type and train NER models. In the training part of NER tools, the highest accuracy value for spaCy was 98.75%, and the highest accuracy value for CRF was 97.68%. The highest accuracy value for the spaCy model, which was trained to classify the invoice type, was 98.3%.
Keywords: CRF, Named Entity Recognition, spaCy, Text Classification, Turkish Invoice

GİRİŞ

Muhasebe sisteminde verilerin kayıt altına alınması, raporlanması ve işlenmesi teknolojide yaşanan gelişmelere bağlı olarak dijital ortamda gerçekleştirilmeye başlanmıştır. (Dursun vd., 2019). Fiziksel ortamda teslim edilen faturaların finansal akışın incelenmesi ve muhasebe işlemlerinin kolaylaştırılması amacıyla dijital hale getirilmesi gerekmektedir. Yüksek fatura trafiğine sahip firmalar, fiziksel faturaların sisteme aktarılmasında çok yoğun insan gücüne ihtiyaç duymaktadır. Faturaların insan gücü kullanılarak dijital ortama aktarılması zaman, işgücü, nakit akışı, maliyet sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Faturaların dijital ortama aktarılması için birçok doğal dil işleme ve yapay zeka çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Ha ve Horák, 2022). Bu çalışmalarda fatura türlerini belirlemek amacıyla sınıflandırma, fatura üzerindeki bilgilerin elde edilmesi amacıyla ise AVT yöntemleri kullanılmaktadır(Srivastava vd., 2022).

Fatura, satılan hizmet veya ürünü alan kurum/kişi için düzenlenen ve gerçekleştirilen işlem hakkında tüm bilgileri içeren belgedir. Faturanın e-Fatura, e-Arşiv, basılı fatura vb. gibi bir çok türü bulunmaktadır. Fatura türleri işlem amacı, gönderi yöntemi ve vergilendirmeye göre değişmektedir. E-fatura, faturaların internet ortamında düzenlenmesini, paylaşılmasını ve izlenmesini sağlayan sistemdir. Kağıt veya baskı araçları kullanılmadan sunucular arasında firmadan firmaya iletilmektedir. e-Arşiv fatura, e-Fatura uygulaması dışında kalan kişiler veya kurumlar arasındaki kağıt fatura işlemlerinin gerçekleştirilmesini ve saklanmasını sağlayan fatura türüdür. e-Arşiv faturalar genellikle hazır dosya formatlarında e-posta ya da çıktı olarak gönderilmektedir (Gökçen ve Özdemir, 2016). Basılı fatura ise ticari firmaların fatura işlemlerini gerçekleştirebilmek için yetkili matbaalardan temin edip kullandığı fatura türüdür. Ayrıca fatura türü fark etmeksizin faturayı düzenleyen ve müşteriye ait ticari detaylar, malın cinsi ve birimiyle beraber toplam fiyat bilgisi, vergi tutarları, fatura tarihi ve seri numarası her faturada bulunması gereken bilgilerdir.

Fatura türlerinden e-Fatura sunucular arasında oluşturulup teslim edilmektedir. Fakat e-Fatura uygulamasının dışında kalan e-Arşiv ve basılı faturaların kağıt ortamında teslim edilmesi gereklidir. Basılı faturalar yetkili matbaalardan gerekli kurallara göre şablonu hazırlanmış ve basılı hale getirilmiş faturalardır. Kağıt olarak hazır alınan bu şablon üzerine gerekli fatura bilgileri el yazısı ya da yazıcı gibi araçlar kullanılarak doldurulmaktadır. Bu fatura türleri hazırlandıktan sonra çeşitli dosya formatlarında ya da kağıt üzerine yazdırılmış şekilde alıcıya iletilmektedir. Bu tür faturalar ile işlem gerçekleştiren kurum yada kişilerin e-Fatura mükellefi olmaması sebebiyle yoğun fatura trafiğine maruz kaldıklarında faturaların dijital ortama aktarılması için yoğun insan gücü gerekmektedir.

Bu çalışmada faturaların dijital ortama aktarılmasındaki insan gücü ihtiyacının azaltılması amacıyla metin sınıflandırma ve Adlandırılmış Varlık Tespiti (AVT) (Named Entity Recognition (NER)) araçları kullanılarak faturaların sınıflandırılması ve hedef varlıklarının tespiti sağlanmıştır. Faturaların sınıflandırma yöntemi ile fatura görüntüsünün e-Fatura, e-Arşiv ve basılı fatura türünden hangisine ait olduğu bulunmaktadır. Fatura türü belirlendikten sonra dijital olarak teslimi gerçekleştirilmeyen e-Arşiv ve basılı faturaların AVT modelleri kullanılarak bilgilerinin çıkarılması sağlanmıştır. Bu yöntemler kullanılarak faturaların insan gücüne gerek kalmadan dijitalleştirilmesi gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmanın geri kalanı şu şekilde düzenlenmiştir: İkinci bölümde, fatura sınıflandırma, metin sınıflandırma ve yapılandırılmamış metinlerden bilgi çıkarımı ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde deneylerde kullanılan yöntemler, veri kümesi ve algoritmalar anlatılmıştır. Dördüncü bölümde deneylerin sonuçları açıklanmış ve sonuçlar yorumlanmıştır. Son olarak, beşinci bölümde deneylerin sonuçları özetlenmiş ve çalışma hakkında genel çıkarımlar verilmiştir.

LİTERATÜR TARAMASI

Bu kısımda fatura sınıflandırma, metin sınıflandırma ve yapılandırılmamış metinlerden bilgi çıkarımı ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalara yer verilmektedir.

Pudasaini vd. (2022) yaptıkları çalışmada geniş çeşitliliğe sahip metin belgeleri üzerindeki yapılandırılmış bilgilerin elde edilmesi için bir NLP boru hattı uygulamaktadır. Önerdikleri boru hattı, belge sınıflandırma, belgeyi bölümlerine ayırma ve belgeden metin çıkarma gibi NLP tekniklerinden meydana gelmektedir. Sürecin başında metin belgeleri sınıflandırılırken Destek Vektör Makineleri (DVM) *(Support Vector Machine) (SVM)* ve XGBoost algoritmaları kullanılmaktadır. Sınıflandırma işleminin ardından belgelerin farklı bölümleri, parçalama, regex eşleştirme ve POS (Part Of Speech) etiketleme gibi NLP teknikleriyle kategorize edilmektedir. Son aşamada ise Adlandırılmış Varlık Tanıma (AVT) *(Named Entity Recognition(NER))*, regex eşleştirme ve havuz ayrıştırma teknikleri yardımıyla her bölümden ayrıca bilgi çıkarımı yapılmaktadır. AVT modelinin eğitimi spaCy ile yapıldığında daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmektedir.

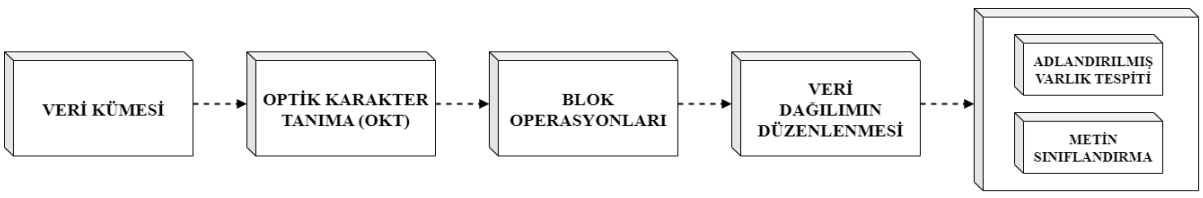
Guggilla vd. (2018) yaptığı çalışmanın amacı finansal alanda manuel olarak yapılmakta olan heterojen verilerden varlık çıkarımı işini otomatikleştirmeye çalışmaktır. Varlıkları etiketlemek için denetimli öğrenme algoritmaları olan Koşullu Rastgele Alan (KRA) *(Conditional Random Field (CRF))* ve Destek Vektör Makineleri (DVM) *(Support Vector Machine (SVM))* ile deneyler yapılmıştır. İş sürecinde dış kaynak kullanımı organizasyonlarından elde ettikleri gerçek dünya verileri üzerinde deneylerinin detaylarını paylaşmışlardır. Lojistik iş sürecinde KRA kullanılarak 0,81, DVM kullanılarak 0,73 F1 skoruna ulaşılmıştır. Borç hesabı süreçlerinde ise KRA kullanılarak 0,80, DVM kullanılarak 0,56 F1 skoruna ulaşılmıştır. İki süreçte de görüldüğü üzere KRA daha iyi sonuçlar vermektedir.

Dwivedi vd. (2020) yaptığı çalışmada faturaların yüksek işleve sahip olduğu finans departmanları için bir tür bilişsel bot sunmaktadır. Bahsedilen botun amacı faturalardaki 'miktar' bilgisini tespit ve teyit etmektir. Bununla birlikte kuruluş adı, konum, fatura tarihi gibi bilgilerin de faturadan çıkarımını sağlamaktadır. Basılı ve el yazısı olmak üzere 3000 adet fatura üzerinde çalışılmıştır. Bunlardan 2500'ü PNG, JPG ve JPEG formatlarında, 500'ü ise PDF formatındadır. Faturaların üzerindeki metinlerin çıkarılması için Tesseract OCR ve PDFMiner kullanılmıştır. Son aşamada spaCy üzerinde eğitilen AVT modeli kullanılarak bir önceki aşamada elde edilen yapılandırılmamış metinlerin içinden miktar, tarih, kuruluş adı ve konumu gibi bilgilerin çıkarılması sağlanmaktadır.

Nasiboğlu ve Akdoğan'ın (2021) yaptığı çalışmanın amacı fatura görüntüleri üzerinden faturanın numarası, tarihi, kdv tutarı gibi çeşitli bilgilerin çıkarılması için en başarılı makine öğrenmesi modelini tespit etmektir. Çalışmada, Tesseract Optik Karakter Tanıma aracı ile fatura görüntülerindeki bilgiler düzenlenebilir metne çevrilmiştir. Bu adım sonrasında elde edilen metinler n-gram formatına dönüştürülmüştür. Kontrol anahtar kelimeler listesindeki anahtar kelimeler ve aday n-gramlar arasındaki Levenshtein mesafesi kullanıldığında yüksek tahmin oranlarına ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Çeşitli faturalardan oluşan 9910 fatura üzerinde 6 farklı tahmin modeli denenmiştir. Bu modeller Gradyan Yükseltme Makinesi *(Gradient Boosting Machine)*, Rassal Orman *(Random Forest)*, Aşırı Gradyan Yükseltme *(Extreme Gradient Boosting)*, AdaBoost, Karar Ağacı *(Decision Tree)* ve K-En Yakın Komşu *(K-Nearest Neighbors)* algoritmalarından oluşmaktadır. Veri kümesi 80% eğitim, 20% test için kullanılacak şekilde ayarlanmıştır. En iyi sonuca 0,9137 F1 puanıyla Rassal Orman modeli kullanılarak ulaşılmıştır.

YÖNTEM

Literatürde metin sınıflandırma ve AVT model eğitimleri için çeşitli algoritmalar kullanılmaktadır. Bu çalışmada kullanılan yöntemler ve algoritmalar bu bölümde daha ayrıntılı olarak ele alınmaktadır. 145.000 fatura görüntüsünden elde edilen ve etiketlenen metin veri kümesi ile fatura türü için sınıflandırma ve adlandırılmış varlık tespiti modellerinin eğitilmesi sağlanmıştır. Faturaların sınıflandırma yöntemi ile e-Fatura, e-Arşiv ve basılı fatura türünden hangisine ait olduğu bulunmaktadır. Fatura türü belirlendikten sonra dijital olarak teslimi gerçekleştirilmeyen e-Arşiv ve basılı faturaların AVT modelleri kullanılarak bilgilerinin çıkarılması sağlanmıştır. Fatura görüntülerinden metin elde etmek amacıyla Google Vision OKT aracı kullanılmış olup fatura şablonları nedeniyle oluşabilecek blok ve kelime sıralaması hatalarının giderilmesi sağlanmıştır. Elde edilen eğitim veri kümesi üzerinde veri dağılımı için çeşitli düzenlemeler uygulanıp sınıflandırma ve AVT modellerinin doğruluk oranı artırılmıştır. Sınıflandırma veri kümesinde veri dağılımının dengelenmesi amacıyla skorlama yapacak ön model eğitimi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen model kullanılarak her fatura kümesinden belirli skor aralıklarında belirlenen değerler kadar veri toplanmıştır. AVT veri kümesi içinde varlıkların sayıları küçükten büyüğe sıralanarak en az olan varlıktan başlayarak veri kümesi oluşturulmuştur. Elde edilen veri kümesi kullanılarak metin sınıflandırma için spaCy, adlandırılmış varlık tespiti için ise spaCy ve CRF modelleri kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılacak olan ana yöntemler Şema 1.'deki akış diyagramında gösterilmektedir. Bu içeriklerin detaylı anlatımları aşağıdaki bölümde verilmiştir.



Şema 1. Çalışma Kapsamında Uygulanan Akış Diyagramı

Veri Kümesi

Derin öğrenme ve makine öğrenmesi algoritmalarının eğitilmesi için büyük veri kümelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Fakat Türkçe fatura görüntü kümelerinde yeterli büyüklükte veri kümesi bulunmamaktadır. Bu nedenle veri toplama aşamasında yalnızca Türkçe fatura görüntüleri kullanılmıştır. Bu veri kümesinde 145.000 fatura görüntüsünün çeşitli görüntü işleme yöntemleri kullanarak OKT başarı sonuçlarının arttırılması sağlanmıştır. Fatura görüntülerinden elde edilen metinler etiketlenerek eğitime hazır hale getirilmiştir. Veri kümesinde 40 farklı etiket birimi kullanılarak 112.672 adet dijital ve 32.328 adet kağıt fatura olmak üzere toplamda 145.000 fatura görüntüsü etiketleme işlemi gerçekleştirilmiştir (Yıldız vd., 2022).

Blok Operasyonları

Fatura görüntülerinden metinlerin elde edilmesinde Google Vision OKT aracı kullanılmıştır. Google Vision OKT, taranmış fatura görüntülerini düzenlenebilir ve aranabilir verilere dönüştürülmesini sağlayan bir araçtır (Awel ve Abidi, 2019). OKT, görüntü üzerinde bulunan harfleri algılayarak kelimeleri, kelimelerden de cümleleri oluşturmaktadır. OKT araçları bir görüntü üzerinde bulunan metinler için blok, paragraf, satır ve kelime numarası ve koordinat özelliklerini oluşturmaktadır. Fatura görüntülerinde bulunan tablo ya da metin yerleşim sorunlarından dolayı OKT sonuçlarında blok yapıları ve kelime sıralamaları için hatalar gözlemlenmektedir. Bu durum eğitilecek olan AVT ve sınıflandırma modellerinin doğruluk oranını yüksek oranda etkilemektedir. Bu nedenle iki blok arasındaki ortalama kelime ve blok yükseklikleri, iki blok arasında başka bloğun olmaması gibi durumlar incelenerek blok ve kelime sırası yeniden düzenlenmiştir.

Veri Dağılımının Düzenlenmesi

Derin öğrenme ve makine öğrenmesi algoritmalarının eğitimi için eğitim veri kümesi kullanılmaktadır. Veri kümelerinin dağılımı ve büyüklük oranları eğitilen model başarı oranını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle veri kümesinde eğitim verisi oluşturulurken veri dağılımı için düzenleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Sınıflandırma ve AVT modellerinde eğitim için kullanılacak veri kümesinin dağılımının düzenlenmesi ile model başarı oranlarında artış görülmektedir. Sınıflandırma yapılacak veri kümesi üzerinde her sınıftan eşit miktarda veri bulunması gerekir. Sınıflardan birisinin az sayıda örneğe sahip olması o sınıfın öğrenimini düşürecektir. AVT modelinin eğitiminde kullanılan veri kümesinde her varlıktan belirli miktarda bulunması, varlık tahmin sonuçlarının doğruluk oranını yükseltmektedir. Varlık sayılarının dengesiz olması varlık tahmininde az olan varlık için doğruluk oranını düşürmektedir. Bu nedenle varlık sayısının dağılımında veri kümesi oluşturulurken düşük sayıda olan varlıkların seçiminde öncelik tanınması gerekmektedir. Bu sayede her varlık tahmini için yeterli öğrenme seviyesi gerçekleştirilebilmektedir.

Adlandırılmış Varlık Tespiti(AVT) ve Metin Sınıflandırma

Adlandırılmış varlık tespiti (AVT), bir metin içerisinde belirtilen varlıkları arayan ve kategorilere göre ayıran bir bilgi çıkarma yöntemidir. AVT aynı zamanda varlık tanıma, varlık parçalama ve varlık çıkartma olarak da bilinmektedir (Bagiya vd., 2015). AVT doğal dil işleme ve makine öğrenmesi olmak üzere yapay zekanın bir çok alanında kullanılmaktadır.

Spacy, Python'da gelişmiş doğal dil işleme yöntemleri için kullanılan açık kaynaklı bir kütüphanedir (Shelar vd.,2020). Varlık çıkartma veya doğal dil işleme sistemlerini oluşturmak veya derin öğrenme yöntemleri için metin ön inceleme aşamaları için kullanılabilmektedir. SpaCy belirteçleme, konuşma metinlerinin etiketlenmesi, metin sınıflandırma ve AVT için özel geliştirilmiş araçları bulundurmaktadır.

CRF, sekans verilerini bölümlere ayırmak ve etiketlemek için olasılıksal modeller oluşturan bir sistemdir (Lafferty vd., 2001). CRF bir makine öğrenme algoritmasıdır ve AVT modellerinin eğitiminde kullanılır. SpaCy den farklı olarak modele ek özellik girişlerinin sağlanması durumunda eğitimin doğruluk oranının artırılması sağlanabilmektedir.

CRFsuite, sıralı verileri etiketlemeye yarayan bir CRF uygulamasıdır. CRF'lerin çeşitli uygulamaları arasında bu yazılım, hızlı öğrenme ve etiketleme, eğitim ve etiketleme için basit veri formatı, eğitimde performans değerlendirmesi gibi birçok özellikle öne çıkmaktadır (Okazaki, 2007).

DENEY ORTAMI VE DENEY SONUÇLARI

Deney Ortamı

Bu çalışma HP Z4-G4 iş istasyonu üzerinde gerçekleştirilmiştir. İş istasyonunda NVIDIA Quadro RTX 6000 ekran kartı , Intel(R) Xeon(R) W-2155 CPU işlemcisi, 32 GB DDR4 2933 Mhz RAM , 4 TB SSD depolama alanı bulunmaktadır. Çalışma ortamı olarak Ubuntu 20.04 kullanılmıştır. Programlama dili olarak Python programlama dili, Sklearn, SpaCy kütüphaneleri kullanılmıştır.

Deney Sonuçları

Bu çalışmada metinler üzerinde fatura türü için sınıflandırma ve AVT eğitimi gerçekleştirilmiştir. Model eğitimi gerçekleştirilmeden önce OKT sonuçları için iyileştirme çalışması yapılmıştır. Uygulanan yöntem, test kümesi oluşturularak spaCy aracında eğitilen model üzerinde test edilmiştir. Yapılan blok ve kelime sırası düzeltme işlemleri sonrasında model başarısının arttığı görülmüş ve tüm veri kümesi için uygulanmıştır. Elde edilen veri kümesi için veri dağılımını düzenleyen yöntemler uygulanmıştır. Sınıflandırma yönteminde tüm fatura türlerinin veri kümesine eşit bir şekilde alınması sağlanmıştır. Eğitimi gerçekleştirilecek olan AVT yöntemi için de kullanılacak varlıkların tamamının veri kümesine dahil edilmesi sağlanmıştır. Veri dağılımı düzenlendikten sonra oluşturulan veri kümesi ile spaCy ve CRF modellerinin eğitimi gerçekleştirilmiştir.

OKT tarafından üretilen veri içerisinde metin ile ilgili olarak koordinat, paragraf, blok ve satır bilgileri bulunmaktadır. Fatura görüntülerinin yapısından dolayı metin algılama ve tanıma işlemi gerçekleştirilirken OKT sonuçlarında blok yapıları ve kelime sıralamaları için hatalar gözlemlenmiştir. Bu durum eğitilecek olan AVT modelinin doğruluk oranını etkilemektedir. Bu nedenle iki blok arasındaki ortalama kelime ve blok yükseklikleri, iki blok arasında başka bloğun olmaması gibi durumlar incelenerek blok ve kelime sırası yeniden düzenlenmiştir.Uygulanan işlemin test edilmesi için düzeltme öncesi ve sonrasında aynı veri kümesi kullanılarak spaCy sınıflandırma model eğitimi gerçekleştirilmiştir. Model eğitimi için ana veri kümesi içerisinden rastgele 5000 fatura seçilmiştir. Bu veri kümesinin %80'i eğitim, %20'si test için kullanılmıştır. İki model eğitimi de gerçekleştirilirken aynı parametre değerleri kullanılmıştır (epoch=50, optimizer=adam, dropout=0,1, learning_rate=0,001). Yapılan düzenleme işlemi öncesinde eğitilen Model-1 sonuçları için doğruluk oranı *(accuracy)* 86,7%, kesinlik oranı *(precision)* 89,2%, duyarlılık oranı *(recall)* 87,0% ve F1 Skoru *(F1 Score)* 84,9% olarak ölçülmüştür. Yapılan düzenleme işlemi sonrası eğitilen Model-2 sonuçları için doğruluk oranı 97,1%, kesinlik oranı 98,1%, duyarlılık oranı 97,1% ve F1 skoru 96,1% olarak ölçülmüştür. Model-2'de blok operasyonlarının kullanılmasından ötürü Model-1'e kıyasla daha yüksek başarı oranları alındığı gözlemlenmiştir. OKT sonuçlarında blok operasyonları kullanılarak doğruluk oranında 10,4%'lük bir artış elde edilmiştir. Eğitilen model sonuçları Tablo 1.'de gösterilmektedir.

Tablo 1. Blok Operasyonları İçin Model Eğitim Sonuçları

Model	Doğruluk (%)	Kesinlik(%)	Duyarlılık(%)	F1 Skoru(%)
Model-1	86,7	89,2	87,0	84,9
Model-2	97,1	98,1	97,1	96,1

Eğitim verisi hazırlanırken veri dağılımı için düzenleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.Metin sınıflandırma için dengeli veri kümesi oluşturmak üzere her sınıftan eşit miktarda veri alınmıştır. Faturaların veri seçiminde sınıflandırma yöntemi için ön model eğitimi gerçekleştirilmiştir. Her sınıftan veri seçimi gerçekleştirilirken düşük, orta ve yüksek skorlu verilerden belirli oranda seçim işlemi gerçekleştirilmiştir. Ayrıca bir faturanın birden fazla sınıfta olmamasına dikkat edilmiştir. Örnek vermek gerekirse, e-Arşiv fatura türünden veri kümesi içerisinde 30.000 adet fatura bulunmaktadır. Bu faturaların skorlanması için ön model eğitim çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu skorlama sonucunda 1.734 adet fatura düşük (0-33%), 3.584 adet fatura orta (34-66%) ve 24.682 adet fatura yüksek (67-100%) skor aralığında olduğu tespit edilmiştir. Eğitime girecek veri kümesinin e-arşiv sınıfının dağılımı için 10.000 adet fatura gerektiği belirlenmiştir. Eğitim için gereken verinin %15'i düşük, %25'i orta ve %60'ı yüksek puanlamaya sahip gruptan seçilmiştir. Bu nedenle 24.682 adet yüksek skorlanmış fatura içerisinden en yüksek skora sahip 6000 adet fatura, orta skora sahip 3584 fatura içerisinden en yüksek skorlamaya sahip 2500 fatura ve düşük skora sahip 1734 fatura içerisinden en yüksek skorlamaya sahip 1500 adet fatura seçilmiştir. Her bir fatura türü için gerçekleştirilen veri dağılımı ile ilgili veriler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Veri Dağılımlarının Gösterimi

Fatura Türü	Toplam Örnek Sayısı	Örnek Sayısı			Veri Dağılımı (Her Sınıf için 10.000 adet)			Doğruluk Oranı (%)
		Düşük (0-33%)	Orta (34-66%)	Yüksek (67-100%)	%15 (Düşük)	%25 (Orta)	%60 (Yüksek)	
E-Arşiv	30.000	1734	3584	24682	1500	2500	6000	93.5%
Kağıt Fatura	30.000	1715	3422	24863	1500	2500	6000	92.7%
E-Fatura	30.000	1075	2959	25966	1500	2500	6000	92.1%

AVT modelinin eğitimi gerçekleştirilirken yüksek başarı oranlarına ulaşabilmek için veri seçim işlemi uygulanmıştır. Bu amaçla her varlık örneğinin eğitim ve test ortamına dahil edilebilmesi için örnek sayılarına göre küçükten büyüğe sıralama işlemi gerçekleştirilmiştir. Sıralanan bu örnek sayısına göre varlıklar, en az örnekten başlayacak şekilde veri seçimi gerçekleştirilmiştir.

Adlandırılmış varlık tespiti modelinin eğitimi için CRF ve spaCy araçları kullanılmıştır. İki model için de giriş verisi metinlerden oluşmaktadır. Eğitim için kullanılacak veri üzerinde veri dağılımı gerçekleştirildikten sonra hazır hale getirilen veri kümesi 80% eğitim, 10% validasyon ve 10% test verisi olarak ayrıştırılmıştır.

Fatura türlerinin belirlenmesi için ilk olarak spaCy sınıflandırma model eğitimi gerçekleştirilmiştir. Fatura türünün belirlenmesinden sonra e-Arşiv ve basılı faturalar için spaCy ve CRF Adlandırılmış Varlık Tespiti modellerinin eğitimi gerçekleştirilmiştir. Kullanılacak eğitim verisi belirlendikten sonra performans metriği oluşturulması amacıyla beş katlı çapraz doğrulama uygulanmıştır. Sınıflandırma için gerçekleştirilen eğitim sonrasında spaCy aracı kullanılmış, (epoch=75, optimizer=adam, dropout=0,1, learning_rate=0,001) parametreleri ile en yüksek başarı oranı 98,75%, kesinlik oranı 97,60%, duyarlılık oranı 98,76% ve F1 Skoru 98,92% olarak ölçülmüştür. Fatura türünün belirlenmesi için sınıflandırma modeli gerçekleştirildikten sonra e-Arşiv ve basılı faturalar için adlandırılmış varlık tespiti modelinin eğitimi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen eğitim sonrasında spaCy için (epoch=75, optimizer=adam, dropout=0,1, learning_rate=0,001) parametreleri ile en yüksek başarı oranı 97,68%, kesinlik oranı 96,44% duyarlılık oranı 97,65% ve F1 Skoru 98,89% olarak ölçülmüştür. CRF modeli için (epoch=75, optimizer=adam, dropout=0,1, learning_rate=0,001) parametreleri kullanılarak en yüksek başarı oranı 98,36%, kesinlik oranı 97,80%, duyarlılık oranı 98,35% ve F1 Skoru 98,91% olarak ölçülmüştür.

Tablo 3. Varlıkların Sayılarına Göre Dağılımlarının Gösterimi

Yöntem	Model	Accuracy (%)	Precision(%)	Recall(%)	F1 Score(%)
Sınıflandırma	spaCy	98,75	97,60	98,76	98,92
Adlandırılmış Varlık Tespiti (AVT)	spaCy	97,68	96,44	97,65	98,89
	CRF	98,36	97,80	98,35	98,91

SONUÇLAR VE GELECEK ÇALIŞMA

Bu çalışmanın amacı dijital ortamda teslim edilmeyen faturaların sınıflandırma ile tespit edilmesi ve dijital ortama aktarılması için gerekli doğal dil işleme modellerinin eğitilmesidir. E-fatura, e-Fatura mükellefi iki kurum veya kişi arasında sunucular üzerinde oluşturulmakta ve dijital olarak teslim edilmektedir. e-Arşiv ve kağıt faturalar ise e-posta ya da kağıt olarak fiziksel şekilde teslim edilmektedir. Bu faturaların dijital ortama aktarılmasında kullanılan insan gücünün ve oluşabilecek hataların azaltılması amaçlanmıştır. Fatura metinlerinin OKT araçları kullanılarak oluşturulduğu ve 40 farklı varlık etiketlemesi gerçekleştirilmiş 145.000 faturadan oluşan veri kümesi kullanılmıştır. OKT araçları bir görüntü üzerinde bulunan metinler için blok, paragraf, satır ve kelime numarası ve koordinat özelliklerini oluşturmaktadır. Fatura görüntülerinin yapısından dolayı metin algılama ve tanıma işlemi gerçekleştirilirken OKT sonuçlarında blok yapıları ve kelime sıralamaları için hatalar gözlemlenmiştir. Bu hatalar için geliştirilen çeşitli kurallar yardımıyla düzeltilmesi sağlanmıştır. Düzeltme işlemi öncesi ve sonrasında oluşturulan veri kümesi spaCy aracı ile eğiterek blok ve kelime sırası için uygulanan düzeltme işlemlerinin doğruluk oranını arttırdığı anlaşılmıştır. Doğal dil işleme ve derin öğrenme algoritmalarında büyük veri kümelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Büyük veri kümelerinde verinin dağılımı da model başarı oranını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle eğitim için veri kümesi oluşturulurken sınıflandırma ve AVT model eğitimi için veri dağılımı düzenleme işlemleri uygulanmıştır.

Oluşturulan metin veri kümesi test, eğitim ve validasyon alt veri kümelerine bölünmüştür. Bu veri kümeleri kullanılarak Adlandırılmış Varlık Tespiti için spaCy ve CRF modelleri eğitilmiştir. Fatura türünün belirlenmesi için sınıflandırma uygulanmış ve spaCy aracı kullanılmıştır. Model eğitimleri gerçekleştirilirken model doğruluk oranlarının optimize edilmesi amacıyla hiper parametre optimizasyonları uygulanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma kısmen 3190354 numaralı araştırma projesi aracılığıyla Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmektedir. Bu belgedeki görüşler yazarlara aittir ve TÜBİTAK'ın resmi pozisyonunu veya politikalarını temsil etmeyebilir.

KAYNAKLAR

Awel, M. A., & Abidi, A. I. (2019). Review on optical character recognition. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 6(6), 3666-3669.

Bagiya, V., Patel, A., & Ganatra, A. (2015). Vira@ FIRE 2015: Entity Extraction from Social Media Text Indian Languages (ESM-IL). In FIRE Workshops (pp. 107-110).

Dursun, G. D., Ektik, D., & Tutcu, B. (2019). Mesleğin dijitalleşmesi: muhasebe 4.0. Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 6(6), 263-271.

Dwivedi, A., Vijayan, P., Gupta, R., & Ramdasi, P. (2020, January). Enhancing Enterprise Business Processes Through AI Based Approach for Entity Extraction–An Overview of an Application. In International Conference on Recent Trends in Image Processing and Pattern Recognition (pp. 373-380). Springer, Singapore.

Gökçen, G., & Özdemir, M. (2016). TÜRKİYE'DE MUHASEBE UYGULAMALARINDAN E-DEFTER VE E-FATURA UYGULAMASI. Öneri Dergisi, 12(46), 137-154.

Guggilla, C., Pandey, A. G., Kummamuru, K., & Shivaram, M. (2018, January). Mining entities and their values from semi-structured documents in business process outsourcing. In Proceedings of the ACM India Joint International Conference on Data Science and Management of Data (pp. 282-288).

Ha, H. T., & Horák, A. (2022). Information extraction from scanned invoice images using text analysis and layout features. Signal Processing: Image Communication, 102, 116601.

Lafferty, J., McCallum, A., & Pereira, F. C. (2001). Conditional random fields: Probabilistic models for segmenting and labeling sequence data.

Nasiboglu, R., & Akdoğan, A. (2021). Comparison of Different Classification Algorithms for Extraction Information from Invoice Images Using an N-Gram Approach. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (31), 991-1003.

Okazaki, N. (2007). Crfsuite: a fast implementation of conditional random fields (crfs). URL http://www.chokkan.org/ software/crfsuite/

Pudasaini, S., Shakya, S., Lamichhane, S., Adhikari, S., Tamang, A., & Adhikari, S. (2022). Application of NLP for Information Extraction from Unstructured Documents. In Expert Clouds and Applications (pp. 695-704). Springer, Singapore.

Shelar, H., Kaur, G., Heda, N., & Agrawal, P. (2020). Named entity recognition approaches and their comparison for custom ner model. Science & Technology Libraries, 39(3), 324-337.

Srivastava, S., Varma, O., & Gayathri, M. (2022). Electronic Invoicing Using Image Processing and NLP. In Innovative Data Communication Technologies and Application (pp. 843-856). Springer, Singapore.

Yıldız, İ., Kotan, A. E., Altınel Girgin, A. B. (2022). Optik Karakter Tanıma Teknolojileri ile Fatura Veri Kümesi Oluşturma ve Etiketleme. In International Congress on Multidisciplinary Natural Sciences and Engineering (ICOMNAS 2022), 194-202.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Fiber Takviyeli Polimer Kompozitlerde Nanoparçacık Katkısının Temas Açısına Etkisi

Nihal GÜL[1*] *(ORCID:https://orcid.org/0000-0002-3159-8856)*,
Belgin GENC OZTOPRAK [2] *(ORCID:https://orcid.org/0000-0002-4735-3992)*

[*1]İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul Gelişim Meslek Yüksekokulu, Uçak Teknolojisi, İstanbul, Türkiye
[2]Kocaeli Üniversitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Havacılık Elektrik ve Elektroniği Bölümü, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: nigul@gelisim.edu.tr

Özet

Uçak yapılarındaki kullanım oranı gün geçtikçe artan kompozit malzemeler, havacılık endüstrisi için büyük avantaj sağlayan hafiflik ve dayanıklılık gibi birçok özelliğe sahiptir. Fiber katkılı polimer kompozitler de sahip olduğu yüksek mukavemet, hafiflik ve korozyona dayanıklılık özellikleri nedeniyle uçak yapısında sıkça kullanılan kompozitlerdir. Bu çalışmada %1, %2, %3, %4 oranlarda Grafen ve DWCNT nanoparçacık katkılı boya ile boyanmış FRP (Fiber Reinforced Polymer) numunelerin elektriksel iletkenlikteki değişimleri incelendi. Numunelerin yüzey morfolojisindeki değişimlerine göre temas açılarındaki farklılıkları belirlemek amacıyla temas açısı ölçümleri alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fiber Takviyeli Polimer Kompozit, Temas Açısı, Karbon Nanotüp, Grafen, Kompozit, Elektriksel İletkenlik

The Effect of Nanoparticle Doping on Contact Angle in Fiber Reinforced Polymer Composites

Abstract

Composite materials, the usage rate of which is increasing day by day in aircraft structures, has many features such as lightness and durability, which provide great advantages for the aviation industry. Fiber reinforced polymer composites are also frequently used in aircraft construction due to their high strength, lightness and corrosion resistance properties. In this study, the changes in electrical conductivity of FRP (Fiber Reinforced Polymer) samples dyed with Graphene and DWCNT nanoparticle doped paint at 1%, 2%, 3%, 4% ratios were investigated. Contact angle measurements were taken to determine the differences in contact angles according to the changes in the surface morphology of the samples.

Keywords: Fiber Reinforced Polymer Composite, Contact Angle, Carbon Nanotube, Graphene, Composite, Electrical Conductivity

GİRİŞ

Uçak yüzeyinde herhangi bir nedenle oluşan statik elektriğin veya uçuş esnasında yıldırım düşmesiyle oluşan elektriğin uçağa zarar vermeden uçak gövdesinden atılması önemli bir konudur (Berkay, 2015).

Uçak üzerinde elektrik farklı şekillerde oluşabilir. Bunu genelleştirirsek;

- Uçuş esnasında yıldırım düşmesi sonucu oluşan elektrik,
- Uçak kar, buz, sulu kar, dolu veya toz bulutu içinden geçerken sürtünme etkisi ile oluşan statik elektrik
- Elektronik cihazların oluşturduğu statik elektrik

Uçak malzemesi olarak alüminyum kullanıldığında alüminyumun iyi bir iletken olması sebebiyle elektriksel iletkenliğin sağlanması açısından sorun yaşanmamaktaydı. Ancak son yıllarda metallere göre daha hafif buna karşılık daha dayanıklı olduğu için iletkenliği düşük kompozit malzemelerin kullanımı artmaktadır.

Tablo 1. Uçak Malzemelerinin Elektrik Direnç Değerlerinin Karşılaştırması (Özel ve Töre, 2007)

Temas Eden Malzeme Yüzeyleri	Maksimum Direnç Değeri (Ohms)
Alüminyum	0.0005
Çelik	0.0007
Titanyum	0.001
Kompozit	1

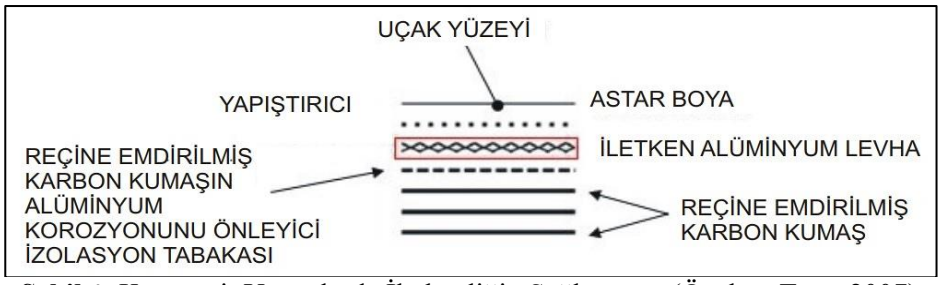
Kompozit gövdeyi iletken bir yapıya dönüştürmek için Şekil 1'deki gibi astar boya öncesinde uçak yüzeyine aşağıdakilerden birinin uygulanması gerekmektedir:

1) iletken alüminyum folyo yapıştırmak

2) alüminyum ya da bakır tel örgü (mesh) yerleştirmek

3) kompozit yüzeyi anti-statik iletken bir malzeme ile kaplamak.

Kompozit parçaların iletkenliğini sağlayacak kaplamalar yıldırım çarpması sonucunda oluşan akımın iletilmesini sağlayanlar (1 ve 2 nolu maddeler) ve statik elektrik akışını sağlayanlar (3 nolu madde) olarak iki grupta incelenebilir. Bu iki grup arasındaki temel fark elektrik akışına karşı gösterdikleri direnç farkından kaynaklanmaktadır (Özel ve Töre, 2007).



Şekil 1. Kompozit Yüzeylerde İletkenliğin Sağlanması (Özel ve Töre, 2007)

Literatürde temas açısı ile ilgili çalışmalara bakıldığında, Mpukuta (2018), farklı oranlarda Grafen katkılama ile oluşturduğu kompozit nano fiberlere 15 kV gerilim uygulayarak elektriksel iletkenliklerini incelediğinde en iyi iletkenliğin $8.85x10^{-3}$ S/cm değeri ile %1 Grafen katkılı kompozit nano fiberde olduğunu görmüşler ve bu numunenin temas açısı ölçümünü yaptığında hidrofobik bir yapıya sahip olduğunu belirtmiştir. Hameed ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada topaklanma arttığında yapının daha hidrofobik olacağını belirtmiştir. Açıkbaş ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada kaba partikül boyutunun hidrofobik bir yüzey elde etmede uygun morfolojiyi sağlamadığı belirtilmiştir. Çalışmada mikro boyutta çinko oksit tozunun hidrofobikliği iyileştirmediği fakat nano çinko oksit katkısının hidrofobikliğe olumlu yönde etki sağladığı belirtilmiştir.

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada, uçak yapısı üzerinde kullanılan bir kompozit çeşidi olan FRP kompozitlerden QFRP kompozit kullanılmıştır. QFRP kompozit malzemesi bir Airbus 320 uçağının kullanım dışı olmuş radome bölümünden elde edilmiştir.

Bu çalışmada katkı malzemesi olarak kullanılan Grafen ve Çift Duvarlı Karbon Nanotüp (Double Walled Carbone Nanotube - DWCNT) malzemelerinin özellikleri aşağıdaki Tablo 2 ve Tablo 3' te verilmiştir.

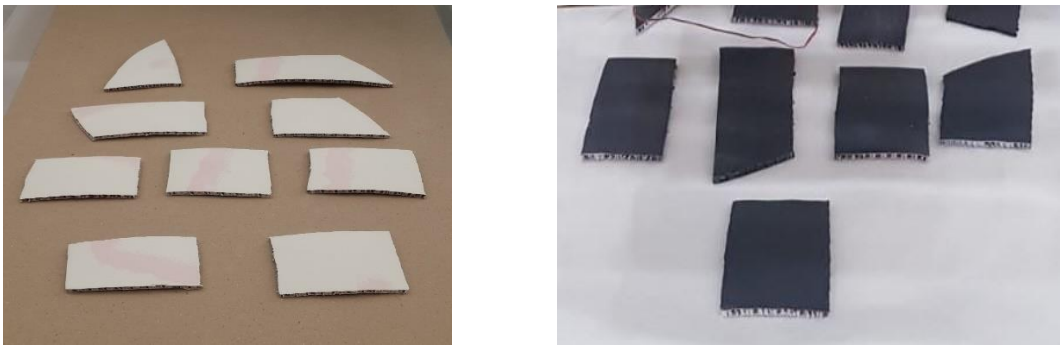
Tablo 2. Grafen Nano Toz Malzeme Özellikleri

Malzeme	Saflık (%)	Kalınlık (nm)	Çap (µm)	Belirli Yüzey Alanı (m^2/g)	İletkenlik (S/m)
Grafen Nanotoz	99.9	3	1.5	800	1500/1980

Tablo 3. Çift Duvarlı Karbon Nanotüp Malzeme Özellikleri

Malzeme	Saflık (%)	Dış Çap (nm)	İç Çap (nm)	Uzunluk (µm)	İletkenlik (S/m)
Çift Duvarlı Karbon Nanotüp	> 65	2-4	1-3	48	9800

Yüzeyi boyanacak olan FRP kompozit bir A320 uçağının artık kullanılmayan radome parçasından alınmıştır. Airbus A320 uçaklarının radome bölgesinde kullanılan FRP malzeme çeşidi QFRP kompozit malzemedir. Radome parçasından, elektriksel direnç ölçümleri için kullanılacak, kontak çapı 4 mm ve iki kontak arası 50 mm olan prob ile üç farklı noktadan ölçüm alabilecek büyüklükte 9 adet numune elde edilmiştir.



(a) (b)

Şekil 2. Radome parçasından elde edilen QFRP malzemeler (a), Katkılı boyalar ile boyanmış numuneler(b).

Kompozit üzerine Airbus boyama prosedürüne göre uygulanacak boya katmanları sırasıyla astar boya olarak kullanılan 5014 PU Surfacer ve anti-statik boya olarak kullanılan 0986/2620 Anti-statik boyadır (Airbus, 2020). Ayrıca Antistatik boyayı uygulamak için hazırlarken 0709/9000-aktivatör ve 0491/9000-inceltici kullanılmıştır.

Katkılı boyaları hazırlarken ilk olarak 0986/2620 Anti-Static Type II Kit prosedüründe verilen 3:1:1 oranına uygun olarak sırasıyla 0986/2620 Anti-statik boya, 0709/9000 aktivatör ve 0491/9000 – inceltici karıştırılmıştır. Sonrasında her bir numuneye uygulamak için 37,5 gr olarak ayrılan bu karışımlara malzeme özellikleri Tablo 2 ve Tablo 3'te verilen Grafen ve DWCNT malzemelerinden %1, %2, %3, %4 oranında eklenmiş ve yeni karışımlar elde edilmiştir. Grafen ve DWCNT malzemelerinden %1, %2, %3, %4 oranında katkılanmış boya ile yüzeyi boyanan QFRP kompozit numuneler Tablo 4'teki gibi adlandırılmıştır.

Tablo 4. Numunelerin katkı oranlarına göre adlandırılması

Numune No	Katkı Malzemesi	Katkı Oranı
N0	KATKISIZ	0%
N1	Grafen	1%
N2	Grafen	2%
N3	Grafen	3%
N4	Grafen	4%
N5	DWCNT	1%
N6	DWCNT	2%
N7	DWCNT	3%
N8	DWCNT	4%

Farklı ve değişik oranda nanoparçacık katkılı boya boyanmış numunelerin yüzey morfolojisi ve iletkenlik değişimlerine bağlı olarak temas (kontak) açısı değişimlerini belirlemek için Kocaeli Üniversitesi Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Havacılık Malzemeleri Araştırma ve Geliştirme (HAMAG) laboratuvarında

tasarlanıp montajlanan ±2° sapma ile çalışan temas açısı ölçüm cihazı ile yüzey temas (kontak) açısı ölçümleri alınmıştır (Günerhan, 2021).

Elde edilen katkılı boyalar ile QFRP kompozit numunelerin boyanması sonrasında ilk olarak Airbus elektriksel yüzey direnç ölçme prosedürüne göre C.A. 6525 Megohmmeter kullanılarak direnç ölçümleri yapılmıştır (Airbus, 2018). Numunelerin yüzey direnç değerleri ile iletkenliklerinin hesaplanması için denklem (1)'deki formül kullanılmıştır.

$$\sigma = \frac{l}{R \times A} \quad (1)$$

burada ;

σ = Elektriksel iletkenlik (S/m)

R = Direnç (Ω)

A = Yüzey alanı (m^2)

l = Elektrotlar arası uzunluk (m)

Nanoparçacık katkısı olmayan boya ile boyanmış N0 numunesi referans alınarak, nanoparçacık katkı oranına göre numunelerdeki iletkenlik artış oranları karşılaştırıldığında (Tablo 5 ve Tablo 6) DWCNT etkisinin Grafen'e göre en az %31.29, en fazla %17617.59 daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Bu durumun hem DWCNT'nin iletkenliğinin Grafen'den daha yüksek olduğu hem de nanoparçacık boyutlarının Grafen'den daha uzun olduğu için gerçekleştiği düşünülmektedir.

Tablo 5. Referans numunenin (N0) elektriksel iletkenlik değerine göre, %1, %2, %3, %4 Grafen katkılı boya ile boyanmış numunelerdeki elektriksel iletkenlik artış oranı

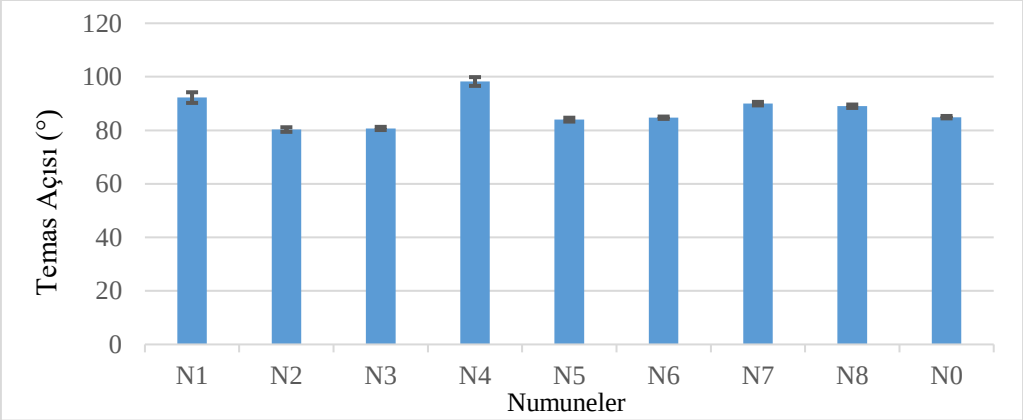
Grafen			
Numune Numarası	Katkı Oranı	İletkenlik Değeri [S/m]	İletkenlik Artış Oranı [%]
N1	1%	1.01E-04	109.71%
N2	2%	1.68E-04	247.06%
N3	3%	4.37E-04	804.24%
N4	4%	9.26E-04	1817.02%
N0 (Katkısız)	0%	4.83E-05	

Tablo 6. Referans numunenin (N0) elektriksel iletkenlik değerine göre, %1, %2, %3, %4 DWCNT katkılı boya ile boyanmış numunelerdeki elektriksel iletkenlik artış oranı

DWCNT			
Numune Numarası	Katkı Oranı	İletkenlik Değeri [S/m]	İletkenlik Artış Oranı [%]
N5	1%	1.33E-04	175.32%
N6	2%	2.97E-02	61390.68%
N7	3%	2.85E-02	58906.21%
N8	4%	4.34E-03	8885.92%
N0 (NP-Katkısız)	0%	4.83E-05	

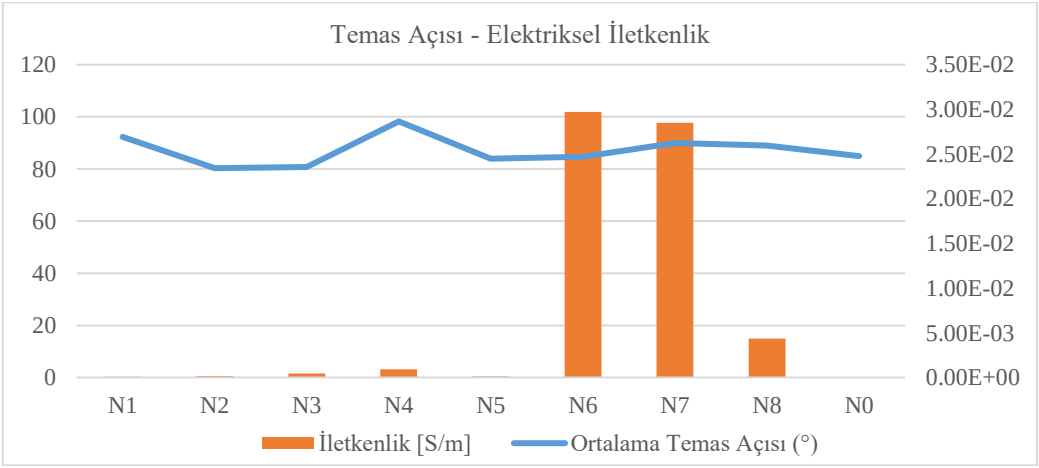
BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı ve değişik oranda nanoparçacık katkılı boya ile boyanmış numunelerin yüzey morfolojisine bağlı olarak temas (kontak) açısı değişimlerini belirlemek için temas açısı ölçümleri 3 farklı ölçümün ortalaması ile hesaplanmıştır. Ölçüm sonuçlarına ait grafik Şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 3. Numunelerin temas açısı ölçümleri

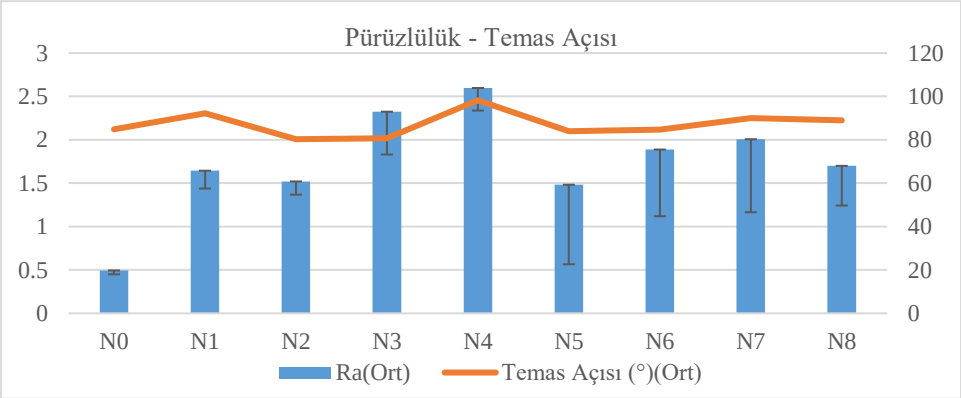
Şekil 3'teki verilere göre farklı oranlarda Grafen ve DWCNT ile katkılanmış uçak boyasının numunelerin Temas Açısı (TA) üzerindeki etkisi incelendiğinde N0 referans numunesine göre su temas açısının en fazla artış gösterdiği %4 Grafen katkılı uçak boyası ile boyanmış N4 numunesidir. Mpukuta (2018), farklı oranlarda Grafen katkılama ile oluşturduğu kompozit nano fiberlere 15 kV gerilim uygulayarak elektriksel iletkenliklerini incelediğinde en iyi iletkenliğin $8.85x10^{-3}$ S/cm değeri ile %1 Grafen katkılı kompozit nano fiberde olduğunu görmüşler ve bu numunenin temas açısı ölçümünü yaptığında hidrofobik bir yapıya sahip olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada %1, %2, %3 ve %4 Grafen katkı oranı ile oluşturduğumuz uçak boyaları ile boyanan sırasıyla N1, N2, N3 ve N4 numuneleri içerisinde en yüksek iletkenliğe sahip olan numune $1.01x10^{-4}$ S/m değeri ile N4 numunesidir ve aynı zamanda hidrofobik bir yapıya sahip olduğu Şekil 4'te görülmektedir. %1, %2, %3 ve %4 DWCNT katkılama sonucu elde edilen uçak boyaları ile boyanmış sırasıyla N5, N6, N7, N8 numuneleri incelendiğinde N0 referans numunesine göre su temas açısının en fazla artış gösterdiği %3 DWCNT katkılı uçak boyası ile boyanmış N7 numunesinin en iyi hidrofobikliğe sahip olduğu görülmektedir. Yani N7 numunesi farklı oranlarda DWCNT katkılama sonucu elde edilen uçak boyaları ile boyanmış numunelerin içinde en iyi iletkenlik değerine sahip ikinci numune olurken aynı zamanda üzerine gelen suyun yayılmasını en iyi önleyen numune olduğu görülmektedir.



Şekil 4 Numunelerin temas açısı ve elektriksel iletkenliklerinin karşılaştırması

Hameed ve ark. (2007), yaptıkları çalışmada topaklanma arttığında yapının daha hidrofobik olacağını belirtilmiştir. DWCNT katkılı uçak boyası ile boyanmış numuneler içinde yüzeyinde topaklanma olan N6 ve N7 numuneleri incelendiğinde topaklanmanın artmasıyla numunelerin daha hidrofobik bir yapıya sahip olduğu görülmektedir.

Şekil 5 incelendiğinde Grafen katkılı uçak boyası ile boyanmış numuneler içinde en yüksek pürüzlülük değerine sahip N4 numunesinin aynı zamanda daha hidrofobik bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. DWCNT katkılı uçak boyası ile boyanmış numuneler içinde N7 ve N8 numuneleri incelendiğinde pürüzlülüğün artmasıyla numunelerin daha hidrofobik bir yapıya sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Numunelerin temas açısı ve pürüzlülük değerlerinin karşılaştırılması

Tüm numuneler karşılaştırıldığında en iyi hidrofobik yapıya sahip olan numunenin N4 numunesi olduğu görülmektedir. Açıkbaş ve ark. (2021), yaptıkları çalışmada kaba partikül boyutunun hidrofobik bir yüzey elde etmede uygun morfolojiyi sağlamadığı belirtilmiştir. Çalışmada mikro boyutta çinko oksit tozunun hidrofobikliği iyileştirmediği fakat nano çinko oksit katkısının hidrofobikliğe olumlu yönde etki sağladığı belirtilmiştir. Bu bilgi doğrultusunda Grafen nanoparçacık katkılı uçak boyası ile boyanan numunelerin hidrofobikliği referans numunesi N0'a göre incelendiğinde %1 ve %4 Grafen nanoparçacık katkı oranıyla oluşturulan boyalar ile boyanmış N1 ve N4 numunelerinde nanoparçacık katkısının hidrofobikliğe olumlu yönde etki ettiği görülmüştür. DWCNT nanoparçacık katkılı uçak boyası ile boyanan numunelerin hidrofobikliği referans numunesi N0'a göre incelendiğinde %3 ve %4 DWCNT nanoparçacık katkı oranıyla oluşturulan boyalar ile boyanmış N7 ve N8 numunelerinde nanoparçacık katkısının hidrofobikliğe daha az etki ettiği ve hata barlarından da görüldüğü gibi pürüzlülük değişimlerinin daha fazla olduğu görülmüştür. Bu numunelerin yüzeyi incelendiğinde, yüzeydeki yüksek pürüzlülük değişimlerine nanoparçacıkların birleşiminden kaynaklanan topaklanmalar neden olmuştur.

SONUÇ

QFRP kompozit numunelerinin Grafen ve DWCNT nanoparçacıklar ile katkılanmış boyalarla yüzeylerinin boyanması sonucu yüzey morfolojisindeki değişimin yüzey pürüzlülüklerini, temas açılarını ve iletkenliklerini nasıl etkilediğini açıklamak için ölçümleri gerçekleştirildi. Numunelerin katkılı boyalar ile boyanması sonucu hem yüzey morfolojisinde hem de yüzey kimyasında farklılaşmalar oluşmuş, dolayısı ile yüzey enerjileri değişerek temas açılarında değişimler meydana gelmiştir. Numunelerin temas açısı değerleri hem elektriksel iletkenlik hem de pürüzlülük ölçümleri ile karşılaştırılmıştır. Grafen nanoparçacık katkılı uçak boyası ile boyanmış numunelerde hem en yüksek elektriksel iletkenlik hem de en yüksek pürüzlülük değerine sahip N4 numunesinin aynı zamanda en yüksek temas açısına yani en iyi hidrofobik davranışa sahip olduğu görülmektedir. DWCNT nanoparçacık katkılı uçak boyası ile boyanmış numunelerde N7 ve N8 numunelerinde elektriksel iletkenlik ve pürüzlülük değerleri N0'a göre yüksek olmakla birlikte temas açıları da daha yüksektir dolayısıyla daha hidrofobik bir yapıya sahiplerdir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Kocaeli Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje Kodu: FYL-2021-2364**.** Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri için Lazer Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi (LATARUM) yöneticileri ve Öğr. Gör. Levent CANDAN'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Açıkbaş G, Kayalı MB, Açıkbaş NÇ 2021. Porselen Karo Yüzey Modifikasyonu. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 9(1): 240 – 254.

Airbus Operations S.A.S. 2018. Component Maintenance Manual. Avionics and Simulation Products. Toulouse, pp. 5015–5019.

Airbus Operations S.A.S. 2020. Component Maintenance Manual. Avionics and Simulation Products. Toulouse, pp. 6146–6154.

Berkay G 2015. Kompozit Uçak Yapılarında Elektriksel İletkenliğinin Nano Teknolojik Olarak İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 420534.

Günerhan A 2021. Havacılıkta Kullanılan Aa2024-T3 Alüminyum Alaşımının Lazer ile Yüzey Özelliklerinin Değiştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 667966.

Hameed N, Thomas SP, Abraham R, Thomas S 2007. Morphology and contact angle studies of poly(styrene-co-acrylonitrile) modified epoxy resin blends and their glass fibre reinforced composites, *eXPRESS Polymer Letters*, **1**(6): 345–355.

Mpukuta MO 2018. Investigation Of Electrical Conductvity Of Nanofibers (Pan) Containing Nanoparticles (Graphene, Copper, Silica) Produced By Electrospinning Method, Master of Science Thesis, Selcuk University, Graduate School Of Natural And Applıed Sciences, Konya, 499506.

Özel D. ve Töre C 2007. Kompozit Uçak Yüzeyinde Elektrik İletkenliği, *Mühendis ve Makina*, 48(566).

➢ *ORAL PRESENTATION*

Seismic performance evaluation of mid-rise steel special moment frames with various span lengths

Abdisalam Mohamed ELMI [1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9710-0379*),
Onur Şeker[2]

[*1]Gebze Technical University, Engineering, Department of Civil Engineering, Kocaeli, Turkey.

[2] Gebze Technical University, Engineering, Department of Civil Engineering, Kocaeli, Turkey.

*Corresponding author e-mail: a.elmi@gtu.edu.tr

Abstract

A new era has begun for Steel Moment frames after the Northridge--California earthquake happened. Since then, steel moment frames have gone through different studies and investigations where plenty of research are undertaken. Steel moment frames are those frames that develop their seismic resistance through bending of steel beams and columns and moment-resisting beam-column connections. A beam-to-column moment-resistant connection is one that is designed to develop moment resistance between the beam and the column at the joint and to develop shear resistance at the column panel area. In this research paper, which 'Seismic performance evaluation of mid-rise steel special moment frames with various span lengths.' will be discussed a six-story building with 40 meters height. e is a 6-story building which is 45m in height. Then, 4-cases of analysis will be applied and compare their results, and each case has its span lengths. Span arrangements will be in these four cases which, 1: 5x9m, 2: 6x7.5m, 3: 6m-9m-7.5m-7.5m-9m-6m and 7.5m-10m-10m-10m-7.5m. The building was designed for a site in downtown Los Angeles where SS is 200%g and S1 is 100%g. The moment connections are formed with reduced beam sections. 44 pairs of ground motions compatible with site class D in Los Angeles area are used in this study. Design spectrum parameters are SDS=1.333(g), SD1=1.000(g) and TL=12.0 s. Ground motions were selected using the PEER Ground motion database. The results indicate that the structural response is sensitive to the span length and variable span length within the frame might significantly increase the seismic demand on column splices.

Keywords: Various Span Lengths, Special Steel Moment Frame, Seismic Performance.

INTRODUCTION

Since the existence of the universe, an earthquake is one of the most well-known natural disasters, it has many features that should be considered in terms of its effects. Earthquakes cause loss of life by causing landslides, damage, and collapses in structures. On the other hand, to be less affected by these earthquakes that occur day by day, human beings have tended to design the structures in a way that will show non-linear behavior, will take damage in a controlled manner, and survive without collapse. Steel moment frames are those frames that develop their seismic resistance through bending of steel beams and columns and moment-resisting beam-column connections. Steel moment frames are those frames that develop their seismic resistance through bending of steel beams and columns and moment-resisting beam-column connections [1]. A beam-to-column moment-resistant connection is one that is designed to develop moment resistance between the beam and the column at the joint and to develop shear resistance at the column panel area. In line with this purpose lateral load-bearing systems such as Special Moment Resisting Frame (SMRF) to absorb the energies of incoming severe ground motions. In moment frames, beams are one of the most important members that contribute the load carrying process of the structure. The length of the beam is just the overall length of the member, and the span is the distance between the two supports measured from center to center. The span of the beams defines how the structure response the ground motions. Therefore, in this study, four different span lengths with SMFs are used to specify the effect of span length difference in seismic performance of the frames, which each of them will be 6-story building with steel perimeter frames is designed with different span lengths. Cases 1 and 2 have same span lengths in each of their bays while, case 3, 4 span lengths different in the frame. Differently are the frames are subjected to a suite of earthquake ground motions. An ensemble of ground motions is selected so that the seismic response of each of the four frames would range from moderate to severe and the

seismic energy demand would be evaluated based on the response of the frames. A 44 pairs of ground motions compatible with site class D in Los Angeles area are used in this study. Design spectrum parameters are SDS=1.333(g), SD1=1.000(g) and TL=12.0 s. Ground motions were selected using PEER Ground motion database. Each pair of ground motion is composed of two components, which are fault normal (FN) and fault parallel (FP). Non-linear dynamic time history analyses results are evaluated.

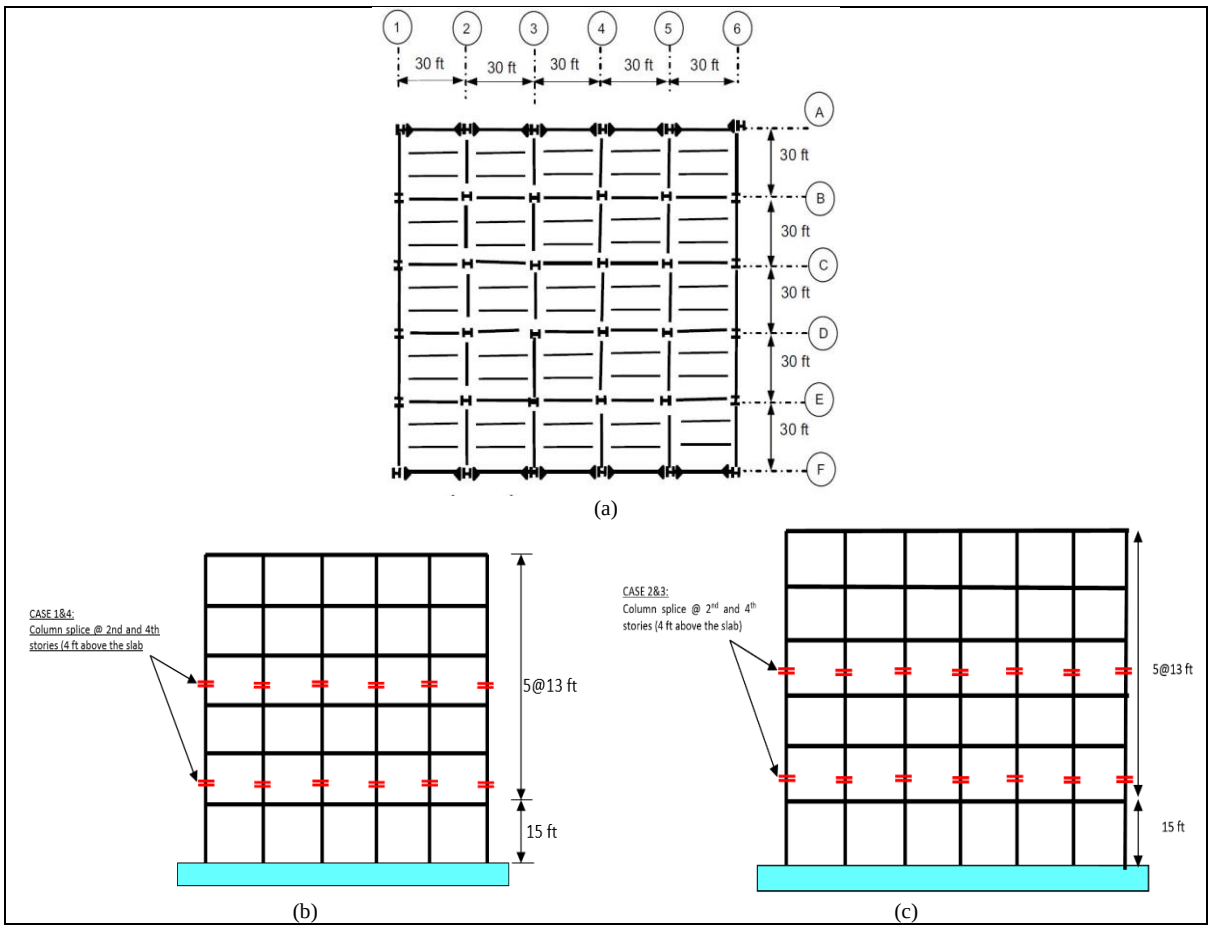
Objectives

The purpose of this research is to investigate the contribution of the various span lengths to the moment frame's seismic demands. It also explores the amplified seismic loads in steel special moment frames (SMF) under strong ground motions. This study, it is aimed to examine the non-linear structural behavior that may occur in buildings under earthquake effects. To this end, plastic hinge rotations, P-M interactions for side columns, and pushover curves for all frames will be evaluated. Moreover, the increase in axial loads on columns and braces for the maximum lateral load level and the corresponding lateral displacement will be investigated. For this reason, in this study; Four steel frames with six-story floors are designed. The selected buildings are designed for vertical loads and earthquake loads for experimental purposes. Column attachments have been placed in steel structures and it is aimed to find the demand/capacity ratios formed in these column attachments. For this, In this study, it was investigated to what extent the cyclic behavior of the model can be determined with the help of non-linear time history analysis by affecting a total of 44 ground motion steel moments with 2% and 10% grafting probability on the frames. nonlinear dynamic time history analysis and load combinations specified in regulations (ANSI/AISC 341) were used.

BUİLDİNG DESCRİPTİON

Based on the seismic design specifications for special moment frames in ASCE 7 [7] and AISC 341 [1,2], typical steel moment frames of six stories were designed. The structures' dead and live loads for the floors and roof are 50 psf and 20 psf, respectively, and they are designed to withstand gravity and seismic loads. Moment connections are established by using reduced beam sections (RBS). The building's floor systems are composed of beams that work compositely with the floor slab. The buildings' floor systems are expected to produce a diaphragm and to be rigid in the horizontal plane. This study examines the influence of span length on four instances.

This study discusses a six-story steel moment frame divided into four cases of a steel moment frame with a constant column dimension, but each case will be having a different span length. The building has an area of 150x150 ft2 with plan dimensions as shown in Figure 1.a), and the first story is 15 ft tall, while the next five floors are 13 ft tall, as shown in Figure 1.b). The moment frames along the A and F axes of (Figure 1.a) are comprised of five spans, each measuring 9.15 m in width. In short, the building consists of a total area of approximately 22500 ft2 and a height of 80 ft.



(a) Building plan, (b) & (c) Elevation of the moment frames on Line A and F (Case 1.2,3&4: Spliced at 2nd and 4th stories),

Figure 1. Plan and elevation of 6-story building.

Horizontal load-bearing systems are moment frames located around the structure. The beams in the frames in the interior openings carry only vertical loads since their ends are hinged, and there is no horizontal load-bearing system in the interior openings. The columns of the structure are assumed to be fixed and connected to the foundation. In addition, the gravity loads on P-Delta columns will be pinned. As a result, the behavior of the moment frames in the A and F axes has been considered in the design.

This study used 22 pairs of earthquake records included in the far area earthquake set, compatible with the D soil class defined in ATC 63 (2009). That is, a total of 44 earthquake ground motions were applied to the structure [7]. The details of the ground motions will be mentioned in the following sections.

(Case I): Five bays and each span length are constant at 30ft. In (Case II): a constant span length of 25 ft six equal span lengths. In (Case III): various span lengths of 20 ft at two edge spans and two 30 ft spans following the two edge spans and 25 ft in the two mid spans (a total of six different spans). In (Case IV): various span lengths of 25 ft at two edge spans and three 33.3 ft span in the mid bays of the frame (a total of five different span length). Figure 1, Table 1.

Table 1. Floor plan dimensions for the 4-story building.

Case	Dimensions	Span Length
Case 1	36.60 m X 54.90 m	36.60 m X 54.90 m
Case 2	36.60 m X 54.90 m	36.60 m X 54.90 m
Case 3	36.60 m X 54.90 m	36.60 m X 54.90 m
Case 4	36.60 m X 54.90 m	36.60 m X 54.90 m

The period of oscillation was not expected to change dramatically for frames with varied span lengths. As a result, the dynamic behavior would be identical. These structures are comparable to those designed as an aspect of FEMA supported steel frame research facility launched in the aftermath of the 1994 Northridge-California earthquake [3]. This structure was planned for a central Los Angeles site where Ss is 2.0g and S_1 is 1.0g. Design spectrum parameters are S_{DS}=1.333(g), S_{D1}=1.000(g), and T_L=12.0 s. The unique moment frames for the structure were developed with a response modification factor of R = 8. The 4-story frame's ASCE 7 [4] design base shear was determined to be 5938 kN (16.7% of total weight) (Table 2). Tables 2 show the member sizes for all frames.

Table 2. Member sizes for the 4-story frames.

Level	Case 1 (5@30ft)			Case 2 (6@25ft)			Case 3 (20-30-25-25-30-20) ft			Case 4 (25-33.3-33-33.3-25) ft		
	Exterior column	Interior column	Beam	Exterior column	Interior column	Beam	Exterior column	Interior column	Beam	Exterior column	Interior column	Beam
6	W14x257	W14x370	W24x55	W14x257	W14x370	W24x55	W14x257	W14x370	W24x55	W14x257	W14x342	W24x55
5	W14x257	W14x370	W27x102	W14x257	W14x370	W27x102	W14x257	W14x370	W27x102	W14x257	W14x342	W24x94
4	W14x257	W14x370	W33x130	W14x257	W14x370	W30x173	W14x257	W14x370	W30x116	W14x257	W14x342	W27x102
3	W14x342	W14x500	W33x152	W14x342	W14x426	W33x130	W14x342	W14x426	W30x148	W14x342	W14x426	W30x116
2	W14x342	W14x500	W33x169	W14x342	W14x426	W33x169	W14x342	W14x426	W33x130	W14x342	W14x426	W30x124
1	W14x426	W14x550	W33x169	W14x426	W14x500	W33x169	W14x426	W14x455	W33x152	W14x426	W14x455	W30x132

Table 3 illustrates the fundamental periods of vibration of the frame. This study used a total of 44 ground motion records labeled LA21 to LA44.

Table 3. Fundamental periods of vibration (sec) and mass participation ratios (MPR)

Mode	Case 1		Case 2		Case 3		Case 4	
	Periods	MPR	Periods	MPR	Periods	MPR	Periods	MPR
1	1.168896	0.82216	1.135616	0.82529	1.103946	0.82358	1.194065	0.82216
2	0.441057	0.11364	0.420299	0.11021	0.398578	0.11401	0.447043	0.11364
3	0.24298	0.03992	0.24600	0.03684	0.226692	0.03486	0.247046	0.03992

FINDINGS

Nonlinear static response

Following numerical validation, the inelastic responses of the six-story buildings were evaluated under increasing lateral static loads employing inverted triangle-like load patterns (i.e., seismic design forces). Figure 2 shows the non-linear static responses in terms of base shear and roof drift ratio (i.e., lateral roof displacement divided by building height) for the six-story buildings. The design base shears for the system (i.e., one-fourth of the overall design base shear) were similarly indicated by the horizontal dash-dotted lines in Figure 2. In addition, in order to evaluate the changes in the over-strength factors and the SMF contribution to the overall lateral strength was resistant throughout the pushover analyses.

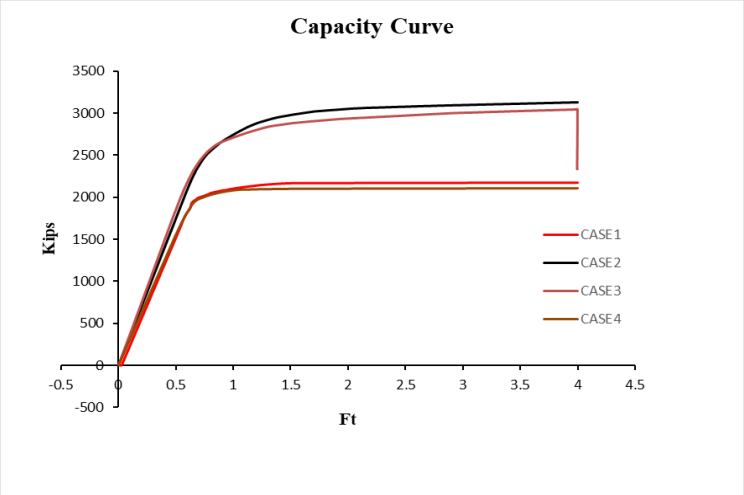


Figure 2. Nonlinear static response of the 4-story dual structures under monotonically increasing lateral loads:

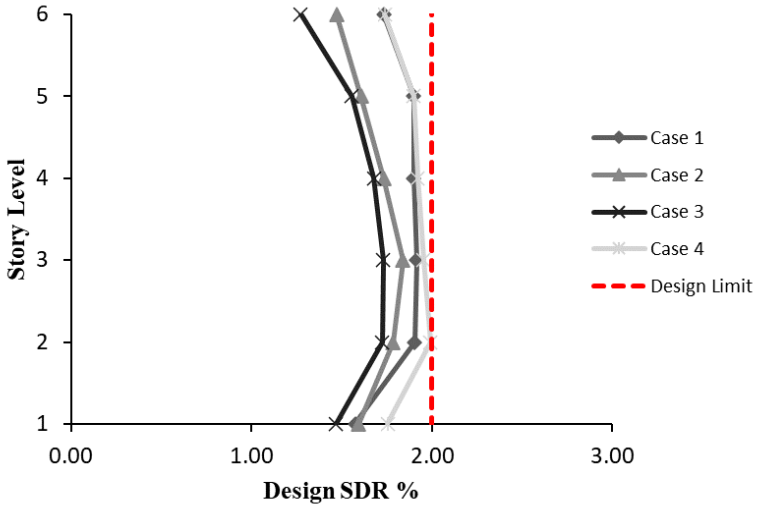


Figure 3. SMF contribution to the total base shear resisted by dual structures during nonlinear static analyses at various demand levels 4-story structures.

Figure 3 depicts the over-strength factors and percentage of base shear resistance withstood by the SMF during benchmark deformations. Based on findings of the nonlinear analysis under monotonically rising static loads shown in Figures 2 through 3, the following can be emphasized:

1. Comparing the pushover curves in Figure 2 reveals that, regardless of building height, the initial stiffnesses of Case 2 structures were the highest, whereas the Case 1,4 structures had the lowest elastic stiffnesses in the 6-story structures, which agrees with the fundamental periods listed in Table 3.
2. Overall, the static responses suggested that the arrangement might have a detrimental role on the initial stiffness, base shear distributions, and potential overstrength in the structures. It indicates the configuration-to-configuration variability in lateral stiffness and strength seems to be due to design concerns such strength design of highly ductile members, strong-column weak-beam need, and particularly, capacity design of girders and columns. Furthermore, the fundamental force deformation interaction tendency of the primary and backup frames due to the differing schemes found to play an essential influence in base shear distributions inside each structure. However, the scheme effect appears to be more relevant in the base shear distribution across the primary and backup frames in the 6-story buildings, where the force deformation interaction becomes quite complicated as the degree of in-elasticity created in the components in interaction grows.

Nonlinear dynamic response

Following the assessment under static loads, the inelastic responses of the structures are carefully evaluated in terms of global and member responses under a suite of ground motions. First, the seismic event responses were summarized using global demand parameters, which included peak and permanent drift demands as well as inelastic energy dissipated in individual frames. Then, the seismic demands' height-wise distribution was elaborated. The drift demands and floor acceleration distributions along the structure height were examined to determine the influence of the configuration on the height wise variation in demand.

Earthquake ground motions; In the current study. The FEMA P-695 [5] far-field record set is used for the evaluation. The far-field record set [5] contains 22 pairs of ground motions with magnitudes ranging from 6.5 to 7.6. Table 4 highlights the fundamentals of each pair of ground motions. It is worth noting that each record is made up of two parts: normal and parallel to the fault. Therefore, a total of 44 different components were used. Therefore, a total of 44 different components were used. The ground movements were chosen from the PEER-NGA2 database [5] using the criteria described in [5], where more information on the ground motion characteristics may be found using the RSN mentioned in Table 4. The ground motion scaling procedure reported in [6] included normalizing and scaling stages. During the normalizing of the data, the previously normalized far-field records were factored in accordance with the guidelines in [1], to acquire a variety of scale factors. The scaled ground motions are shown in Figure 4, together with the mean and target spectra that were used to scale them.

Normalization and scaling steps were involved in the ground motion scaling technique detailed in [4]. After the records were normalized, the recommendations in [1] were followed by multiplying the previously normalized far-field records by 2.59 to get scale factors that ranged from 1.06 to 5.43. In Figure 4, the 5% damped spectra of the scaled ground motions are shown along with the mean and target spectra that were used to scale the motions. As shown in Figure 4, the ground motions were scaled so that the spectral accelerations of the mean and targeted maximum considered earthquake (MCE) level spectrum (where SS = 2.0 g and S1 = 1.0 g) were the same at 1 s [4]. The details of the above scaling criteria can be found in [4].

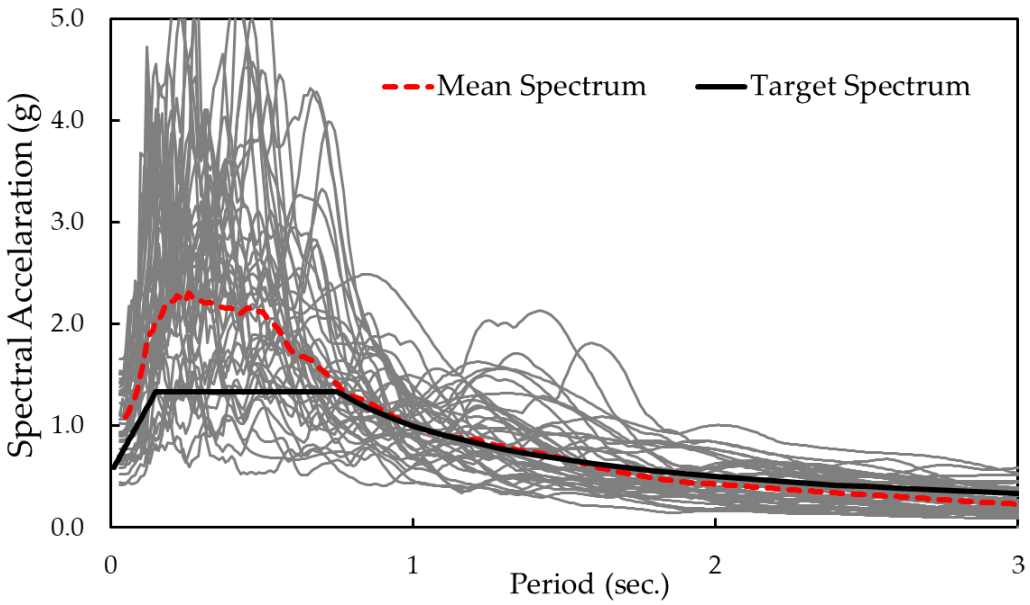


Figure 4. Spectra of the 22 pairs of ground motion records used in the study.

The acceleration time histories of the ground motions were taken from historical recordings or physical simulations and adjusted such that their mean response spectrum meets the 1997 National Earthquake Hazard Reduction Program (NEHRP) designing spectrum, modified from soil type SB-SC to soil type SD, and with a hazard described by the 1997 USGS maps [7]. Figure 5 depicts the time histories of the ground motions[8].

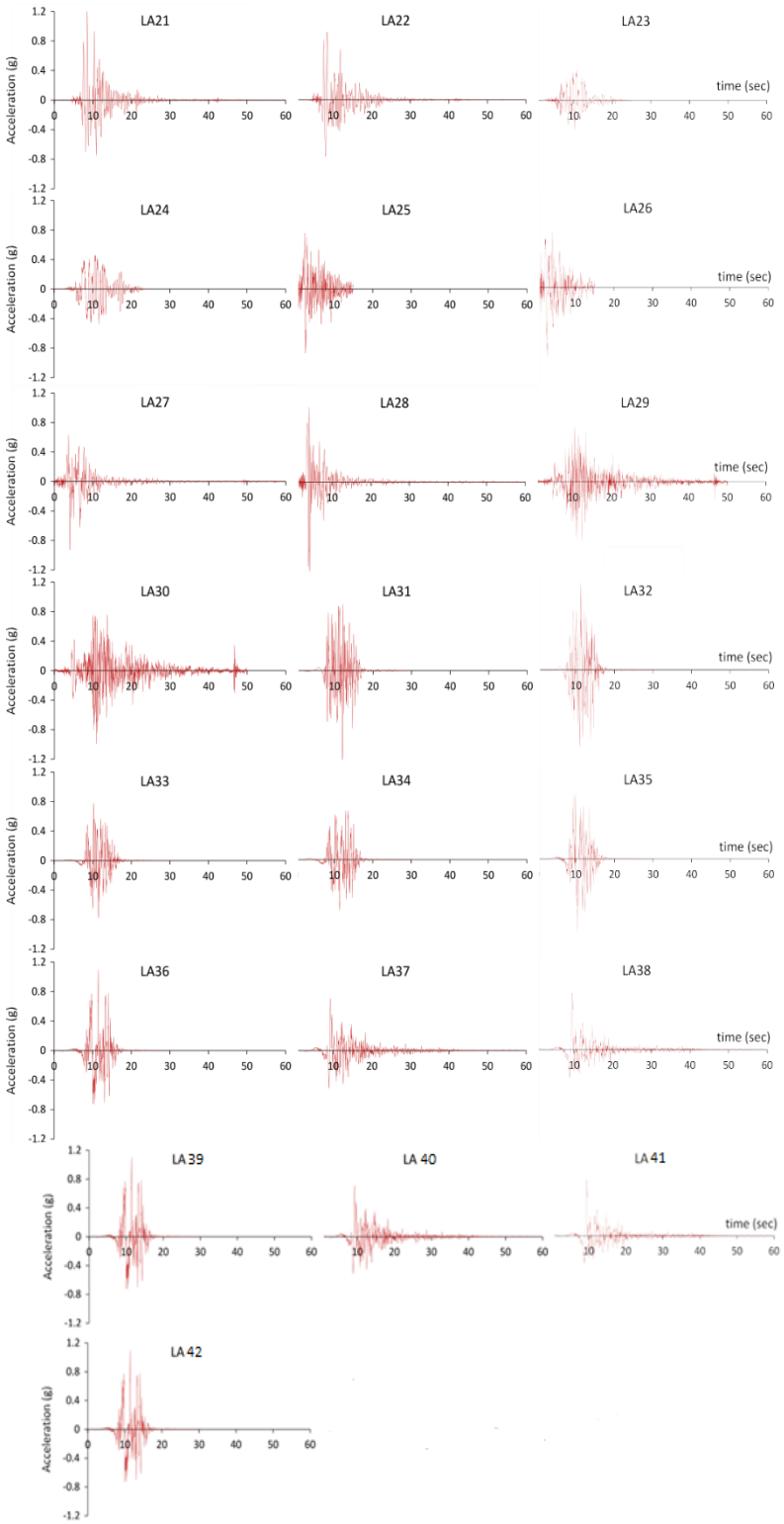


Figure 5. Time histories of the selected ground motions

Table 4. Earthquake ground motion set used in the study

EQ. ID	Given name	RSN	Magnitude (Mw)	Year	Record name	Station name	Distance (Km)	PGAmax (g)
12011	LA21	953	6.7	1994	Northridge	Beverly Hills - Mulhol	13.3	0.871
12012	LA22	960	6.7	1994	Northridge	Canyon Coutry- WLC	26.5	1.038
12041	LA23	1602	7.1	1999	Duzce, Turkey	Bolu	41.3	1.340
12052	LA24	1787	7.1	1999	Hector Mine	Hector	26.5	0.952
12061	LA25	169	6.5	1979	Imperial Valley	Delta	33.7	1.193
12062	LA26	174	6.5	1979	Imperial Valley	El Centro Array #11	29.4	0.997
12071	LA27	1111	6.9	1995	Kope, Japan	Nshi-Akashi	8.7	1.364
12072	LA28	1116	6.9	1995	Kope, Japan	Shin-Osaka	46	0.692
12081	LA29	1158	7.5	1999	Kocaeli, Turkey	Duzce	98.2	0.638
12082	LA30	1148	7.5	1999	Kocaeli, Turkey	Arcelik	53.7	0.771
12091	LA31	900	7.3	1992	Landers	Yermo Fire Station	86	0.625
12092	LA32	848	7.3	1992	Landers	Coolwater	82.1	1.241
12101	LA33	752	6.9	1989	Loma Prieta	Captola	9.8	1.490
12102	LA34	767	6.9	1989	Loma Prieta	Gilroy Array #3	31.4	1.265
12111	LA35	1633	7.4	1990	Manjil, Iran	Abbar	40.4	1.049
12121	LA36	721	6.5	1987	Supersition Hills	El Centro Imp. Co.	35.8	0.806
12122	LA37	725	6.5	1987	Supersition Hills	Poe Road (temp)	11.2	1.358
12132	LA38	829	7	1992	Cape Mendocino	Rio Dell Overpass	22.7	1.166
12141	LA39	1244	7.6	1999	Chi-Chi, Taiwan	CHY101	32	0.468
12142	LA40	1485	7.6	1999	Chi-Chi, Taiwan	TCU045	77.5	1.272
12151	LA41	68	6.6	1971	San Fenando	LA - Hollywood Stro	39.5	1.139
12171	LA42	125	6.5	1976	Friuli, Italy	Tolmezzo	20.2	1.310

CONCLUSIONS

This research focuses on the seismic demand for column splices in steel moment-resistant frames with varying span lengths. Since the peak story drift ratio and plastic hinge rotation are sensitive to the structure's dynamic properties, it is assumed that all frames have the identical total floor area but slightly different lateral stiffness depending on the length of the span. For one exceptional case (Case 4), the structure is believed to be almost identical, with just the span lengths within the frame varying. For the 6-story steel moment frames examined in this study, column splice demand depends on a structural model assuming the column splice is placed 1.22 m above the finished floor elevation and with various span lengths, the following findings and recommendations might be reached:

1. Peak story drift ratio is demonstrated to be sensitive to span length for the Case 1 frame. Peak plastic hinge rotation becomes considerable for the structure when span lengths vary within the identical frame when subjected to moderate ground motions.
2. In storey steel frames, axial in floors with column joints, the force demand/capacity ratios are doubled in outer columns compared to inner columns. close values were found
3. Considering the axial force demand/capacity ratios according to earthquake intensities, although an increase is observed depending on the earthquake intensities, this increase is very small seen.
4. The axial force demand/capacity ratios under the effect of the most severe earthquake LA34 (0.68 g) and the least severe earthquake LA06 (0.23 g) are examined, there is a 10% difference.
5. The axial force demand/capacity ratios in the columns above and below the floors where the column attachments are located, it is seen that there is an increase from the upper column to lower column.

ACKNOWLEDGEMENTS

Sponsorship

REFERENCES

[1] ASCE (2013), Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings, American Society of Civil Engineers, ASCE/SEI 41–13, Reston, VA.

[2] ANSI/AISC 358-05, (2009), (ANSI/AISC 358s1-09) "Prequalified connections for special and intermediate steel moment frames for seismic applications ", American Institute of Steel Construction, Inc., Chicago, U.S.A.

[3] CEN, EN 1998-1-1: EC 8 (2005) Design of Structures for Earth. Resistance. Part 1: General Rules, Seismic Actions & Rules for Buildings, Comite Europeen de Normalisation, CEN/TC 250.

[4] A.T.C. Council, ATC-63 (2009) Quantifiation of Building Seismic Performance Factors, FEMA P695, Redwood City, CA, USA.

[5] Bosco M., Marino E.M., Rossi P.P., (2012) Behavior factor of dual concentrically braced systems designed by Eurocode 8, in: The 15th World Conference on Earthquake Engineering.

[6] McCormick J., Aburano H., Ikenaga M., Nakashima M., (2008) Permissible residual deformation levels for building structures considering both safety and human elements, in: Proc. 14th World Conf. Earthquake Engng, Beijing, China. 05-06, 0071.

[7] Seker, O. (2022). Seismic response of dual concentrically braced steel frames with various bracing configurations. Journal of Constructional Steel Research, 37(2), 129-143.

[8] PEER. Peer.berkeley.edu/peer_ground_motion_database. Pacific Earthquake Engineering Research Center, 325 Davis Hall, University of California, Berkeley, CA 94720.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Nörofibromatozis Tip 1 Hastalarında Tam Kan Sayımı Parametrelerinin Değerlendirilmesi

Özlem Öz[1], Müjgan Ercan Karadağ[2]

[1] Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Tıbbi Genetik Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye

[2]Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, Afyonkarahisar, Türkiye

mujganercan@hotmail.com

Özet

Bu çalışmada genetik moleküler analiz yöntemiyle Nörofibromatozis tip 1(NF1) tanısı alan hastalarda hemogram parametreleri ve özellikle trombosit indekslerinin rolünü araştırmayı planladık.

Çalışmamıza NF1 tanısı olan 33 hasta ve sağlıklı 32 birey olmak üzere toplam 65 kişi dahil edildi. Genetik polikliniğine gelen hastaların kayıtlarından retrospektif olarak hemogram verileri incelendi. Tam kan sayımı Abbott Alinity hq (Abbott, Santa Clara, ABD) sisteminde çalışıldı.

Çalışma ve kontrol grubundaki olgular yaş açısından benzer olmak üzere ($p>0.05$), NF1 pozitif olan hastaların ve kontrol grubunun PLT(trombosit) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardı ($p=0,026$). Diğer tüm parametreler arasında ise istatistiksel bir fark izlenmedi ($p>0,05$).

Çalışmamızda PLT düzeyi normal referans aralıkta olmasına rağmen hasta grubunda kontrol grubuna göre anlamlı düşüklük tespit edildi.

Anahtar kelimeler: Nörofibromatozis tip 1, PLT, Tam kan sayımı

Giriş

Nörofibromatozis tip 1, otozomal dominant kalıtılan nörokutanöz genetik bir hastalıktır (1). Hastaların yaklaşık %42'sinde NF-1 geninde mutasyon de novo olarak görülmektedir (2). Hastalığın insidansı ülkelere göre farklılık göstermekle birlikte dünya genelinde yaklaşık 1/3000'dir (3). Kadın ve erkeklerde görülme oranı birbirine eşit olup etnik kökenlere farklılık gözlenmemektedir (2). Hastalık, tümör süpresör protein olan nörofibromini kodlayan NF1 genindeki mutasyonlardan kaynaklanır (4). NF1'in penetrasyonu %100 olup NF1 gen mutasyonu olan bireylerde NF1 klinik bulguları görülmektedir (5). Nörofibromatozis tip 1'de, çoklu sistem tutulumu nedeniyle farklı klinik bulgular gözlenir. Hastalığın tanısı daha çok erken yaşlarda ortaya çıkan belirgin deri bulguları ile konulur (6). 1988 yılında NIH (Ulusal Sağlık Enstitüsü) tarafından belirlenen tanı kriterleri arasında; en az altı veya daha fazla cafe au lait makülü, aksiller veya inguinal çillenme, optik gliom, en az iki veya daha fazla Lisch nodülü, en az iki veya daha fazla nörofibrom veya bir pleksiform nörofibrom, farklı bir kemik lezyonu ve NF1 tanısı bulunan 1.derece akrabanın olması yer almaktadır. Tanı için NF1 tanı kriterlerinden en az ikisinin olması önerilmiştir (7). NF1 birçok organ tutulumunun görüldüğü multisistemik bir hastalıktır. Genellikle dermatolojik bulgularla başlayan hastalık ilerleyen dönemlerde hastalarda farklı klinik bulgulara yol açabilir. Hastalarda başta nörofibrom olmak üzere farklı organ ve dokularda kanser gelişimi, kardiyovasküler anormallikler, iskelet displazileri, hormonal bozukluklar, konuşma ve öğrenme güçlüğü riski bulunmaktadır (8).

Bu çalışmada genetik moleküler analiz yöntemiyle NF1 tanısı alan hastalarda hemogram parametreleri ve özellikle trombosit indekslerinin rolünün araştırılması planlandı. Elde edilen veriler ışığında hastalığın prognozunda rutinde sıklıkla kullanılan hemogram parametrelerinin rolü araştırılacaktır.

Materyal metod

Retrospektif olan çalışmamız, Harran Üniversite Hastanesi Genetik polikliniğine, Ocak 2016- Eylül 2021 tarihleri arasında Nörofibromatozis tip-1 tanı kriterleri olan Lisch nodülü, nörofibrom, café-au-lait lekeleri, optik gliom, iskelet displazileri, aksiller veya inguinal çillenme ve aile öyküsü kriterlerinden en az 2 tanesini taşıyan, NF-1 geni mutasyon analizi yapılmış olan Nörofibromatozis Tip-1 tanılı hastalar dahil edildi. Hastalardan rutin muayene esnasında istenen hemogram parametreleri araştırılacak, öz ve soygeçmişinde NF1

hastalığı veya nörokutanöz hastalık öyküsü bulunmayan sağlıklı kontrol grubunun hemogram parametreleri ile karşılaştırıldı.

Bu hastaların tam kan örnekleri 3 mL'lik K3-etilendiamintetraasetik asit (EDTA) içeren bir tüpe alındı. CBC sayımı Abbott Alinity hq (Abbott, Santa Clara, ABD) sisteminde çalışıldı. Analiz edilen hematolojik parametreler aşağıdaki gibidir: beyaz kan hücresi sayısı (WBC), nötrofil (neu), lenfosit (lym), monosit (mono), eozinofil (eos), kırmızı kan hücresi (RBC), hemoglobin (Hb), hematokrit (HCT), ortalama alyuvar hacmi (MCV), ortalama alyuvar hemoglobini (MCH), ortalama alyuvar hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), alyuvar dağılım genişliği (RDW), trombosit (PLT) ve ortalama trombosit hacmi (MPV).

Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 20 istatistik programı kullanıldı. Sürekli değişkenlerin dağılımının normal olup olmadığı Kolmogorov-Smirnov testiyle araştırıldı. Parametrik veriler ortalama ± standart sapma, parametrik olmayan veriler ortanca (min-max) olarak verildi. Gruplar arasında anlamlı farklılığı non parametrik testler için, Mann Whitney U testi, parametrik testler için ise Student-t testi kullanıldı. $p<0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya NF-1 genetik testi pozitif olan (n=33) hastalar ile ve kontrol grubunun (n=32) karşılaştırmalı laboratuvar parametreleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1:

Parametre	NF1 (n=33)	Kontrol (n=32)	p
WBC (10^9 /L)	9.23±3.19	9.10±2.18	0.858
Neu(%)	48.80±15.65	40.71±17.38	0.071
Lym(%)	39.52±14.22	46.92±16.71	0.067
Mon(%)	8.18±2.67	7.75±3.01	0.549
Eos(%)	4.26±9.43	3.65±3.21	0.748
Baso(%)	0.80±0.54	0.84±0.88	0.848
RBC count	4.96±0.57	4.81±0.69	0.352
Hb(g/L)	12.40±1.33	12.09±1.76	0.307
HCT(L/L)	38.52±4.41	38.01±5.13	0.664
MCV(fL)	77.92±5.94	79.82±9.92	0.346
MCH(pg)	25.14±2.49	25.52±4.14	0.652
MCHC(g/L)	32.20(29-35)**	32.11(24-36)**	0.645
Platelet count	327.52±130.81	396.50±112.04	**0.026**
MPV(fL)	7.15(4.57-30.71)**	6.59(4.96—9.47)**	0.213
PCT	0.22(0.12-24.16)**	0.25(0.16-0.52)**	0.380
PDW	17.91(0.24-20.84)**	17.78(11.90-20.81)**	0.917

**** median(min-max)**

Tartışma

NF1 hastalarında özellikle nörofibromların rezeksiyonu sırasında kanama eğilimi olduğu uzun zamandır bilinmektedir. NF1'de kanama, hastalık mortalitesinden büyük ölçüde sorumludur (9) Kanama hem artan vasküler kırılganlıktan hem de primer hemostaz bozukluklarından kaynaklanır (10). NF1 hastalarında gelişen tümörler oldukça vasküler olduğundan kan kaybının hematolojik nedenleri histolojik faktörlerden net olarak ayırt edilememiştir (11). Birkaç rapor dışında, NF-1'li hastalarda tam kan sayımı parametrelerinin tam olarak değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmalardan birinde trombosit sayıları da dahil olmak üzere tam kan sayımının standart parametrelerinin incelenmiş ve NF-1'li hastalarda trombosit değerlerinin normal aralıkta olduğu bildirilmiştir (12). Çalışmamızda ise NF1 hastalarında kontrol grubu ile karşılaştırıldığında platelet sayısının daha az olduğu tespit edildi. Bu durum hastalarda nörofibrom rezeksiyonu esnasında daha fazla kanama eğiliminin nedenini açıklayabilir. Ayrıca bugüne kadar sadece bir çalışmada NF1 hastalarında trombosit fonksiyon bozukluğu değerlendirildi. Rasko ve ark. tarafından NF1 tanılı 30 hastadan alınan trombositlerde ADP, araşidonik asit, trombin ve kollajene yanıt olarak ATP salınımı ve

agregasyon durumları incelendi. Çalışmada trombositleri NF1 hastalarından ve kontrollerden ayıran durumun, normal bir agregasyon yanıtı elde etmek için daha yüksek kolajen konsantrasyonlarının gerekli olmasıydı. Rasko tarafından açıklanan trombosit defektinin biyokimyasal temeli tam olarak aydınlatılamamıştır; ancak cerrahi planlanan NF1 hastalarının kanama diyatezi açısından araştırılması gerektiği öne sürülmüştür (13). Lösemi özellikle jüvenil kronik miyeloid lösemi ve miyelodisplastik sendromlar NF1'li çocuklarda nadir görülmekle birlikte hastalarda normal sağlıklı çocuklara göre çok daha yaygındır. (14). NF1'li küçük çocuklarda, özellikle JMML ve miyelodisplazinin bir çocukluk varyantı olan monozomi 7 sendromu gibi malign miyeloid bozuklukların riski normal popülasyondan 200-500 kat kadar yüksek sıklıkta görülür (15). Özellikle NF1'li çocuklar beyin tümörleri, rabdomiyosarkomlar, JCMML ve akut miyelojenöz lösemi dahil olmak üzere malign bozukluklar geliştirme açısından belirgin şekilde yüksek risk altındadır (16,17). 1978'de Brader ve Miller (18) MPS' lerin NF1'li çocuklar arasında orantısız bir şekilde yaygın olduğunu gözlemledi. Monozomi 7 ile ilişkili MPS, klinik ve patolojik olarak JMML' ye benzerdir ancak çocuklarda ayrı bir kronik MPS olarak kabul edilmektedir (19). p21ras (Ras) sinyal proteinleri ailesinin üyelerine bağlanan nörofibromin adı verilen bir proteini kodlayan NF1 geni 1990 yılında klonlanmıştır. NF1 geni, Ras-guanin nükleotid trifosfatın (ras-TP) Ras-guanin nükleotid difosfata (Ras-GDP) hidrolizini hızlandırarak biyokimyasal aktivitelerini düzenler (16). Çok sayıda deneysel kanıt, normal ve anormal hematopoietik hücre büyümesinde Ras proteinlerini içerir. Özellikle, birçok hematopoietik büyüme faktörüne verilen proliferatif tepkiler, artan hücre içi Ras-GTP seviyeleri ile ilişkilidir; aktive edici RAS mutasyonları prelösemi ve AML'de yaygındır; ve mutant RAS alelleri, miyeloid hücre dizilerini verimli bir şekilde dönüştürür (20-22).

NF1'li hastalardan alınan lösemik kemik iliği hücrelerinin ve murin NF1 geninin homozigot inaktivasyonu ile embriyolardan toplanan hematopoietik hücrelerin biyokimyasal ve hücre kültürü çalışmaları, Ras-GTP düzeylerinin yükseldiğini, Ras üzerinde GTP hidrolizini hızlandırma yeteneğinde bir azalma olduğunu, mitojenle aktive olan protein (MAP) kinazın aktivasyonu (Ras'ın aşağı akış efektörü) ve granülosit-makrofaj koloni uyarıcı faktöre (GM-CSF) karşı in vitro aşırı duyarlılık göstermiştir (16).

Ras aktivasyonu, IL3, GM-CSF, CSF-1 ve kök hücre faktörü (SCF) dahil olmak üzere çeşitli büyüme faktörleri tarafından reseptör bağlanmasından sonra indüklenen proliferatif tepkilerin temel bir bileşenidir (17). NF1 ve MPS'ler arasındaki patogenetik ilişki hakkında çok sayıda vaka raporu ve çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle, NF1 ve çocukluk çağı MPS'nin bir arada bulunması iyi bilinen bir durumdur.

Sonuç

Çalışmamızda PLT düzeyi normal referans aralıkta olmasına rağmen hasta grubunda kontrol grubuna göre anlamlı düşüklük tespit edildi. Sonuç olarak NF1 tanılı hastalarda hemogram değerlerinin ve özellikle platelet değerlerinin hastalığın takibinde önemli olduğu görülmektedir.

Referanslar

1. Korf BR. Clinical features and pathobiology of neurofibromatosis 1. J Child Neurol. 2002;17(8):573-7-4, 646–51
2. Kliegman R., Stanton B., Geme J., Schor N., Behrman R. *Nelson Textbook Of Pediatrics*. 20th ed. Chapter 596 Neurocutaneous Syndromes (Sahin M.), (ets): Elsevier, Philadelphia pp. 2016:2874–2876.
3. Ly K. I. and Blakeley J. O., "The Diagnosis and Management of Neurofibromatosis Type 1," *Med. Clin. North Am.*, vol. 103, no. 6, pp. 1035–1054, 2019,
4. Bollag G, McCormick F, Clark R. Characterization of full-length neurofibromin: tubulin inhibits Ras GAP activity. EMBO J. 1993;12(5):1923–7.
5. Ritter JL RV. An argument for very high penetrance and a comparison of sporadic and inherited cases. Am J Hum Genet. 1985;(37):A135.
6. Szudek J, Birch P, Friedman JM. Growth in North American white children with neurofibromatosis 1 (NF1). J Med Genet. 2000;37(12):933–8.
7. Neurofibromatosis. Conference statement. National Institutes of Health Consensus Development Conference. JAMA Neurol. 1988;45(5):575–8.
8. Leppavirta J., Kallionpaa R. A., Uusitalo E., Vahlberg T., Pöyhönen M., Peltonen J. "Neurofibromatosis type 1 of the child increases birth weight," Am. J. Med. Genet. Part A, no. January, pp. 1–11, 2019, doi: 10.1002/ajmg.a.61161.
9. Ademiluyi SA, Sowemimo GO, Oyeneyin JO. Surgical experience in the management of multiple neurofibromatosis in Nigerians. West Afr J Med. 1989;8:59–65.

10. Rasko JE, North KN, Favaloro EJ, et al. Attenuated platelet sensitivity to collagen in patients with neurofibromatosis type 1. Br J Haematol. 1995;89:582–588.
11. Correction of intraoperative coagulopathy in a patient with neurofibromatosis type I with intravenous desmopressin (DDAVP)
12. Riccardi V.M. (1992) Neurofibromatosis: Phenotype, Natural History and Pathogenesis. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
13. Rasko J E, North K N, Favaloro E J, Grispo L, Berndts M C. Attenuated platelet sensitivity to collagen in patients with neurofibromatosis type 1. Br J Haematol 1995; 89: 582–588.
14. Crucis A, Richer W, Brugières L, Bergeron C, Marie-Cardine A, Stephan JL, Girard P, Corradini N, Munzer M, Lacour B, Minard-Colin V, Sarnacki S, Ranchere-Vince D, Orbach D, Bourdeaut F. Rhabdomyosarcomas in children with neurofibromatosis type I: a national historical cohort. Pediatr Blood Cancer. 2015;62:1733–8.
15. Side L, Taylor B, Cayouette M, et al. Homozygous inactivation of the NF1 gene in bone marrow cells from children with neurofibromatosis type 1 and malignant myeloid disorders. N Engl J Med 336: 1713-1720, 1997.
16. Miles DK, Freedman MH, Stephens K, et al. Patterns of hematopoietic lineage involvement in children with neurofibromatosis type 1 and malignant myeloid disorders. Blood 88: 4314-4320, 1996.
17. Bahceci M, Pasa S, Akay HO, et al. Serum nitric oxide levels and flow-mediated dilatation in patients with Sheehan syndrome and the effect of combination therapy consisting of L-thyroxine, prednisolone, and conjugated estrogen/ medroxyprogesterone acetate. Fertil Steril 89: 995-997, 2008.
18. Bader JL, Miller RW. Neurofibromatosis and childhood leukemia. J Pediatr 92: 925-929, 1978.
19. Shannon KM, Watterson J, Johnson P, et al. Monosomy 7 myeloproliferative disease in children with neurofibromatosis, type 1: Epidemiology and molecular analysis. Blood 79: 1311-1318, 1992.
20. Boguski M, McCormick F. Proteins regulating Ras and its relatives. Nature 366: 643-654, 1993.
21. Bos JL. Ras oncogenes in human cancer: A review. Cancer Res 49: 4682-4689, 1989.
22. Hall A. The cellular functions of small GTP-binding proteins. Science 249: 635-640, 1990.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Dijital Baskı Makinelerindeki Aynı Baskı Kafalarında Hem Reaktif Hem De Pigment Baskı ile İstenilen Renk Çalışmalarının Daha Az Su, Kimyasal ve Enerji Tüketimiyle Yapılması

Merve YARALI[1*] (*https://orcid.org/0000-0002-2617-6237),*
Serdar KAYMAKÇI[1] (*https://orcid.org/0000-0002-6387-8852),*
Ceren GÖDE[2] (*https://orcid.org/0000-0001-6819-4620)*

[1]Menderes Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş. Ar-Ge Merkezi, Türkiye Denizli
[2]Pamukkale Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Türkiye Denizli

*merveyarali@arge.menderes.com

Özet
Son yıllarda tekstil üretiminde daha çok çevreci üretimler tercih edilmektedir. Tekstilde baskı ve boyama işlemlerinde dijital baskı en çevreci baskı metotlarından biridir. Tekstil baskı teknolojisinde pigment baskı en eski baskı yöntemidir. Pigment baskıcılığın seçilme neden proses adım sayısının az olması, üretim hızının yüksek olması, her türlü lif karışımında kullanılabilir olması bu yöntemin en büyük tercih nedenidir. Diğer baskı yöntemleriyle kıyaslandığında atık su miktarının çok düşük olması çevreci baskıların arttığı bir ortamda bu yöntemin önemini artırmaktadır. Bu çalışmada reaktif dijital baskı ve pigment dijital baskı hakkında bilgi verilmiştir. Dijital baskı makinelerin üretim prensibi olarak baskı kafaları tek tip boyarmadde kullanımına uygundur. (reaktif dijital baskı ya da pigment dijital baskı). Çalışmamızda baskı kafası değiştirilmeden açık-orta ve koyu renk yoğunluklarına sahip 3 farklı desen çalışmasının 3 farklı kumaş türünde reaktif dijital baskı ile pigment dijital baskı numuneleri hazırlanmıştır. Reaktif dijital baskı ve pigment dijital baskının proses adımları, üretiminde harcadıkları su, elektrik ve kimyasal miktarları ayrıca haslık sonuçları kıyaslanmıştır. Çalışmamızın amacı çevreci bir üretim sağlayan dijital baskı makinelerinde baskı kafalarını değiştirilmeden kullanılan kimyasal ve doğal kaynakların miktarlarını azaltarak dahada çevreci baskı yöntemiyle üretim sağlamak.
Anahtar Kelimeler: Dijital baskı, Reaktif baskı, Pigment baskı, Haslık test sonuçları

Performing Desired Color Studies with Less Water,Chemical and Energy Consumption with Both Reactive and Pigment Printing in the Same Print Heads in Digital Printing Machines

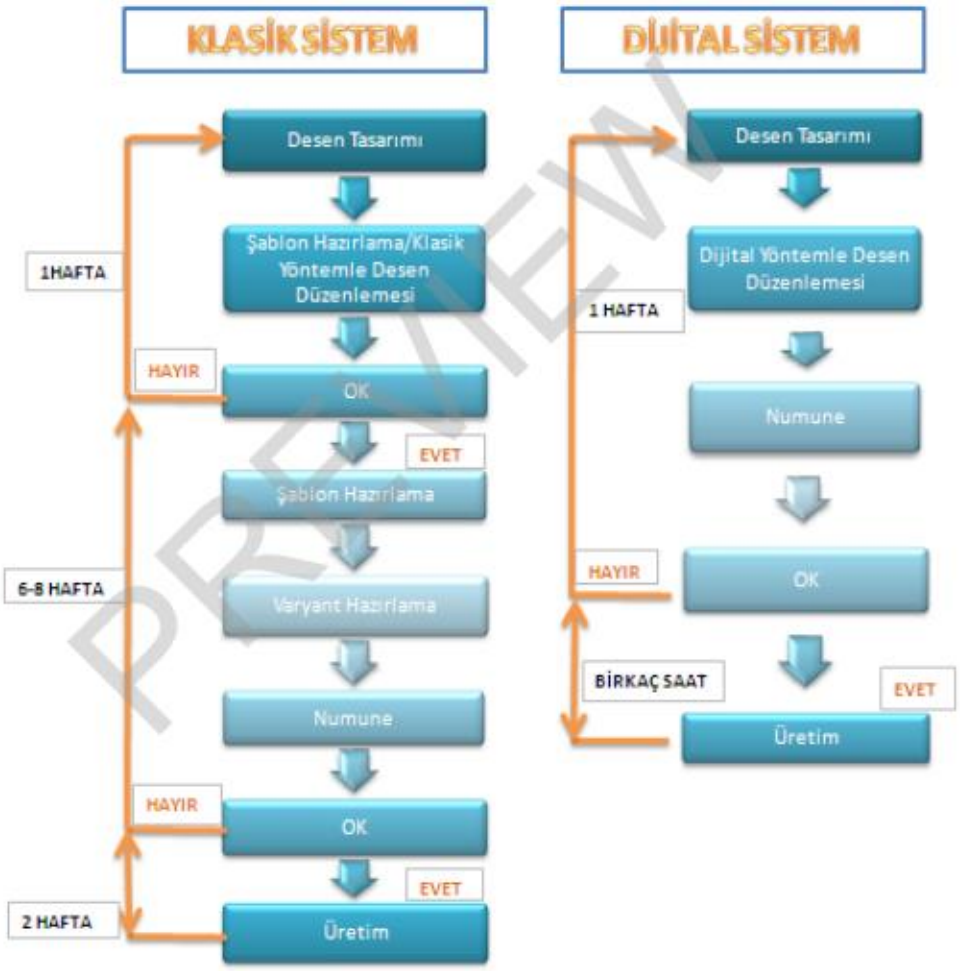
Abstract
In recent years, more environmentally friendly productions are preferred in textile production. Digital printing is one of the most environmentally friendly printing methods in textile printing and dyeing processes. Pigment printing is the oldest printing method in textile printing technology. The reason for choosing pigment printing is that the number of process steps is low, the production speed is high, and it can be used in all kinds of fiber mixtures. The fact that the amount of waste water is very low compared to other printing methods increases the importance of this method in an environment where environmental pressures are increasing. In this study, information is given about reactive digital printing and pigment digital printing. As the production principle of digital printing machines, the print heads are suitable for the use of one type of dyestuff. (reactive digital printing or pigment digital printing). In our study, pigment digital printing samples were prepared with reactive digital printing on 3 different fabric types of 3 different pattern studies with light-medium and dark color densities without changing the print head. The process steps of reactive digital printing and pigment digital printing, the amount of water, electricity and chemicals they consume in their production, as well as the fastness results were compared. The aim of our work is to reduce the amount of chemical and natural resources used in digital printing machines, which provide an environmentally friendly production, without changing the print heads, and to provide production with a more environmentally friendly printing method.
Keywords: Digital printing, Reactive printing, Pigment printing, Fastness test results

GİRİŞ

Tekstil endüstrisinde çevresel kirliliğine neden olan üretim hatlarında boyama ve bitim işlemleri gelmektedir. Bu sebepten dolayı çevre kirliliğini daha aza indirmek için üretim proseslerinin gözden geçirilmesi ve proseslerin kısaltılması, kullanılan kimyasal yerine çevre ve insan sağlığı açısından sorun teşkil etmeyecek kimyasallarla değiştirilmesi gerekmektedir.

Tekstilde baskı metotlarından klasik tekstil baskı teknolojisi ile dijital baskı teknolojisi (ink-jet baskı) karşılaştırıldığında, dijital baskı teknolojisinde adım sayısının azlığından, daha az kimyasal, su ve enerji tüketimi sayesinde daha çevreci bir baskı metodudur.

Ink jet baskı bir dijital baskı yöntemi olup, bilgisayar dosyasından direkt olarak alınan verilerden, baskılı materyal üretilebilmesini sağlayan bir baskı teknolojisidir. Bu teknoloji, konvansiyonel baskı metodundaki mekanik adımları elimine eder ve film, ara makine, şablon hazırlama gibi ara aşamaları gerektirmez (Selçuk, 2009). Daha yeni bir baskı metod tekniği olduğundan gelişimlere açık yönleri bulunmaktadır.



Şekil 1. Klasik tekstil baskıcılığı ile ink jet tekstil baskıcılığının karşılaştırılması (http://eng.taeil.com/solution/digital.asp)

Klasik tekstil baskıcılığında baskı işleminden önce basılacak desen çizerek şablona aktarılması gerekmektedir ve klasik tekstil baskıcılığında renk sınırlaması bulunmaktadır. Fakat dijital renk baskıcılığında herhangi bir renk sınırlaması bulunmamaktadır ve şablon hazırlama işlemi olmadığından ne zaman ne de kayıp sudan dolayı çevre kirliliği olmamaktadır (Tippet, 2003).

Dijital baskı avantajlarını sıralayacak olursak;

- Anında desene müdahale edilebilmektedir.
- Şablon hazırlama adımı olmadığından dolayı zaman ve maliyet tasarrufu elde edilir.
- Müşteriye "Hızlı Yanıt Verme" ve "Anında Üretim"e imkan sağlar.
- Klasik tekstil baskıcılığına göre daha az riski üretim sağlanmaktadır.
- Piyasaya sürülmeden önce desenin çalınma riskini ortadan kaldırır.
- Moda sezonlarında çeşitliliğe olanak sağlar.
- Film, şablon, desen v.b. için gerekli yer ihtiyacını elimine eder.
- Klasik baskı sistemlerine göre deneme ve kısa metraj üretimlerde daha karlı olabilir.
- Deneme çalışmaları süresini haftadan saatlere düşürür; bu durum, desen ve ürün geliştirmesini hızlandırır.
- Basılan desenin o anda değiştirilmesi, toplam maliyeti etkilemez.
- Uygulanacak düzeltme ve modifikasyonların herhangi bir zamanda termini etkilemeden, maliyeti arttırmadan yapılabilmesine izin verir.
- Klasik baskıya göre; daha temiz, güvenli ve genellikle daha az israflı ve çevreye daha az zarar veren bir sistemdir.
- Numune prosesinde verimliliği arttırarak, ekstra maliyetleri düşürmesi sebebiyle ink jet sisteminin maliyetini kısa sürede amorti eder (Masselink 1993).

(http://www.first2print.com/digital_textile_printing/printing-benefits.php).

Dijital baskıda kullanılan mürekkepler lif tipine göre değişiklik göstermektedir. Pamuk, ipek, suni ipek, pamuk/polyester karışmalarında pigment boyarmaddeler kullanılmaktadır. Pamuklu ve selülozik liflerde reaktif, polyester mamulde dispers mürekkep kullanılmaktadır. Naylon, yün, ipek ve naylon/likra karışımlarında asit boyarmaddeler kullanılmaktadır. Tekstil de baskı işlemlerinde kullanılan reaktif ve pigment boyarmaddeleri incelendiğinde pigment baskı en eski ve en basit yöntemidir.

Reaktif baskı işlemi, kullanılacak boyarmadde ve kimyasallar baskı patı içerisine konulur. Hazırlanan reaktif boyar maddenin kumaşa bağlanması için bazik ve tuzlu bir ortam olması gerekmektedir. Daha sonra baskı işlemi yapılır baskı işleminin ardından fiksaj işlemine geçirilir. Fiksaj işlemi buharlama doymuş buharda 100-110 ℃' de ve kurutma 120-150 ℃ arasında yapılır. Fikse işleminden sonra kumaşa bağlanamayan boyarmaddeleri uzaklaştırmak için kumaşa redüktif yıkama işlemi yapılır.

Pigment baskı işlemi, reaktif baskı işlemi ile aynı şekilde baskı patın için pigment boyar maddenin ihtiyaç duyduğu tüm kimyasal ve yardımcı maddeler vardır. Pigment baskı işleminde binderler bağlayıcı görev yaparlar. Tüm kimyasallar eklendikten sonra pat baskıya hazır demektir. Hazırlanan pat kumaş üzerine sürülür. Pigment boyarmaddeler bağ yapmadıkları için kapatıcılıkları diğer tüm boyarmaddelere oranla daha yüksektir. Pigment baskı patında viskozite en önemli etkenlerdir biridir. Baskı yapıldıktan sonra en önemli etkenlerden biride kurutma işlemidir. Kumaş basıldıktan sonra bekletme işlemi yapılmadan kumaş kurutma işlemine alınmalıdır. Bu işlem, her ne kadar pat kıvamlı ve akması, yayılması zor olsa da fikseye gitmeden önce bir kurutma işleminden geçmelidir. İşletme içerisindeki iş akışına bağlı olarak kumaş baskıdan hemen sonra beklemek zorunda kalabilir ve fikseye giremeyebilir. Bu esnada renklerin karışmaması, birbiri üzerine sarılan ya da yığılan kumaşın kendini kirletmemesi için bir ara kurutmaya ihtiyaç duyulur. Bu işlem 100-120 °C sıcaklıklar civarında ve sadece kumaş üzerindeki patı kurutmak amaçlı yapılır. Islaklığın yoğunluğuna göre 5-10 dakika arasında değişir.

Üzerinde elektrolit bulunan kumaşın pigment baskısında, yetersiz baskı, keskin olmayan kontürler, renk sapmaları, düşük haslıklar gibi problemler ortaya çıkar. Belirli bir elektrolit konsantrasyonunun üstünde ise baskı akmaya başlar, baskı deseni net olarak elde edilemez. İnce pamuklularda yayılma eğilimi olur, pat kumaşın içine dağılmaz. Kalın pamuklularda ise pat iyice emildiğinden yüzeyde renk daha açıktır. Kumaş üzerinde alkali artıkları varsa, beyaz zeminde sararmalar gözlenir. Kumaşta hidrofilite kötü ise, baskı yüzeyde kalır ve istenilenden daha koyu görünür (Doğan, 2010).

Bu nedenle iyi bir pigment baskı için:

- Kumaş üzerinde elektrolit bulunmaması,
- İyi bir hidrofiliteye sahip olması,
- Alkali olmaması önem taşır

MATERYAL VE METOD

Yapılan literatür araştırmalarında dijital baskı makinelerinde kafa yapılarına göre ya reaktif ya da pigment baskı üretimi sağlamaktadır

Pigment dijital baskıda, pigment boyarmadde parçacıklarının pürüzsüz akışı için nozullar değiştirilmelidir, aksi takdirde nozullar tıkanır. Aynı zamanda pigment boyarmadde parçacıkların boyutu nozuldan geçebilecek mikron seviyesine gelmesi de düşünülebilir. Fakat burada karşılaşılacak problem ise mikron seviyesi düşürülen kimyasalın etkin istenilen baskı kalitesini de sağlayabilmesidir. Baskı kafaları dijital tekstil baskı makinesinin en önemli parçası olarak kabul edilir. Yazıcı kafasının ömrü, makinede kullanılan mürekkebin kalitesi etkilidir.

Menderes Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş firmasında 6 adet dijital baskı makinesi bulunmaktadır ve bu makinelerin baskı kafaları sadece reaktif baskı yapabilmektedir. Bunlar; MS JP-6, MS JP-7, JPK EVO 1, JPK EVO 2, Minilario (MS), Reggiani dijital baskı makineleridir. Makinelerimiz Multipas prensibine göre çalışmaktadır. Makinelerin enleri; MS JP-6, MS JP-7: 180 en, Reggiani : 280 en, JPK EVO 1, JPK EVO 2, Minilario (MS) : 320 en dir. İşletmemizde dijital baskı makinelerinde reaktif baskı yapılabilmektedir. Çalışmamızın asıl amacı; dijital baskı makinelerinde baskı kafaların değişimi yapılmadan sadece mürekkep ve nozul değişimi yapılarak, hem reaktif baskı hem de pigment baskı işlemi yapılması sağlamak. Öncelikli hedefimiz nozul değişikliği yapılmadan kimyasallar ile çözebilmek ikinci aşama ise nozul büyüklüğünde değişikliğe gitmek. Çalışmamızda süper ranforce, lyocell saten ve %100 cotton olmak üzere 3 farklı kumaş tipi kullanılmıştır. Ayrıca 2,3 ve5 renkli desen çalışmaları yapılarak açık, orta ve koyu tüm renk yoğunluklarında görüntü, haslık değerleri incelenmiştir.

Tablo 1. Reaktif baskı proses adımları

Reaktif Baskı İşlem Adımları		Su (m^3/kg)	Enerji (kWh/kg)
1.	Yakma Haşıl Sökme	0,00312639	0,02344791
2.	Kasar	0,02770213	0,03196400
3.	Merserize	0,03529412	0,17647059
4.	Egalize	0,00085763	0,15437393
5.	Baskı	0,01606477	0,64259093
6.	Buharlama	0,00111143	0,02222855
7.	Yıkama	0,16000000	0,24000000
8.	Kurutma	0,00053301	0,03553433
9.	Apre	0,00085720	0,15429559
10.	Kalandır	-	0,05774806
11.	Sanfor	0,01469616	0,01469616
Toplam		0,26024284	1,55335005

Tablo 2. Pigment baskı proses adımları

Pigment Baskı İşlem Adımları		Su (m^3/kg)	Enerji (kWh/kg)
1.	Yakma Haşıl Sökme	0,00312639	0,02344791
2.	Kasar	0,02770213	0,03196400
3.	Egalize	0,00085763	0,15437393
4.	Baskı	0,01606477	0,64259093
5.	Fixe	0,00085720	0,15429559
6.	Kalandır	-	0,05774806
7.	Sanfor	0,01469616	0,01469616
Toplam		0,06330428	1,079117

Tablo 1'de reaktif baskı proses adımları Tablo 2'de pigment baskı proseslerini karşılaştırdığımız da pigment baskı proses adım sayısının 8 reaktif pigment baskı proses adım sayısının 12 olduğu gözlemlenmiştir. Pigment baskı prosesin daha az olduğundan birim metrajda daha çok üretim miktarı sağlanmıştır.

Ayrıca 0,13 kg/m^3 kumaş miktarı baz alınarak Tablo 1'de reaktif baskı proses adımlarında Tablo 2'de pigment baskı proses adımlarında harcanan su ve elektrik miktarları belirtilmiştir. 0,13 kg/m^3 kumaşın reaktif baskı işleminde harcanan toplam su miktarı 0,26 m^3/ kg ve enerji miktarı 1,55 kWh/kg' dır. 0,13 kg/m^3 kumaşın pigment baskı işleminde harcanan toplam su miktarı 0,06 m^3/kg ve enerji miktarı 1,08 kWh/kg' dır. Yani 0,13 kg/m^3 kumaşı reaktif dijital baskı yerine pigment dijital baskı ile üretimi sağlandığında %0,77 su ve %0,30 enerji tasarrufu sağlanmıştır. Aynı zaman da proses adımları incelendiğinde pigment dijital baskı işlemine alınacak kumaşların ön işlem adımında merserize adımının olmamasından. 0,13 kg/m^3 kumaşın merserize işleminde kullanılan 0,049600 kg/m^3 Kostik ve 0,000248 kg/m^3 Asetik Asit kullanılmamıştır. Böylece pigment dijital baskı üretiminde daha az kimyasal kullanılmıştır. Böylece daha az doğal kaynak tüketimi ve daha az kimyasal kullanılarak çevreci bir üretime geçiş yapılmıştır.

Çalışmamızda 2 renkli super ranforce, 5 renkli lycoll saten ve 8 renkli %100 cotton kumaşlarda hem reaktif baskı hem de pigment baskı yapılmıştır. Baskı yapılan kumaşlara sürtünme haslığı, yıkama haslığı ve ışık haslık testleri yapılmıştır. Yapılan test sonuçlarını aşağıdaki Şekil 1,2 ve 3' te görebileceğiniz gibi renk yoğunluğu farketmeksizin pigment baskı yapılan kumaşların haslık değer sonuçları daha iyi olduğu görülmektedir.Bu durumda müşteri memnuniyetindeki atışı sağlamaktadır.

Tablo 3. 2 renkli desen çalışmasında kullanılan süper ranforce kumaşın teknik özellikleri

Kumaş Hammaddesi	**Süper Ranforce**
Kumaş Örgüsü	1/1
Atkı İpliği	30 Ne
Çözgü İpliği	30 Ne
Mamul Kumaş Gramajı	145 gr /m^2
Renk Sayısı	2
Atkı Sıklığı	78 tel/inç
Çözgü Sıklığı	104 tel/inç

REPORT NUMBER: 19-013
Digital Printing Machine: KERAJET
Pigment Dye: CRESA
DESIGN NAME: ALVINE KVIST
DESIGN NUMBER: 30604



TESTS	STANDARD METHOD	REQUIREMENTS	COLOR	ALVINE KVIST PIGMENT DIGITAL PRINTED	
				dry	wet
RUBBING	ISO 105 X12	dry:4 wet:3		4/5	4
				staining	color change
CF TO WASHING	ISO 105 C06	staining:4 color change:4		4/5	4/5
CF TO LIGHT	ISO 105 B02	≥4/5		>5	

Şekil 2. 2 renkli desen çalışmasında kullanılan süper ranforce kumaşın test sonuçları

Tablo 4. 5 renkli desen çalışmasında kullanılan lyocell saten kumaşın teknik özellikleri

Kumaş Hammaddesi	**Lyocell Saten (%45 Cotton - %55 Lyocell)**
Kumaş Örgüsü	4/1 Saten
Atkı İpliği	40 Ne
Çözgü İpliği	40 Ne
Mamul Kumaş Gramajı	125 gr /m²
Renk Sayısı	5
Atkı Sıklığı	80 tel /inç
Çözgü Sıklığı	127 tel/inç

REPORT NUMBER: 19-015
Digital Printing Machine: KERAJET
Pigment Dye: CRESA
DESIGN NAME: BLARIPS YELLOW
DESIGN NUMBER: 39162



TESTS	STANDARD METHOD	REQUIREMENTS	COLOR	BLARIPS YELLOW PİGMENT DIGITAL PRINTED	
				dry	wet
RUBBING	ISO 105 X12	dry:4 wet:3		4/5	3
				na	na
				4/5	3/4
				na	na
				na	na
				staining	color change
CF TO WASHING	ISO 105 C06	staining:4 color change:4		4/5	4/5
				na	na
				4/5	4/5
				na	na
				na	na
CF TO LIGHT	ISO 105 B02	≥4/5		>5	
				na	
				>5	
				na	
				na	

Şekil 3. 5 renkli desen çalışmasında kullanılan lycoll saten kumaşın test sonuçları

Tablo 5. 8 renkli desen çalışmasında kullanılan % 100 cotton kumaşın teknik özellikleri

Kumaş Hammaddesi	**% 100 Cotton**
Kumaş Örgüsü	1/1
Atkı İpliği	30 Ne
Çözgü İpliği	30 Ne
Mamul Kumaş Gramajı	124 gr/m²
Renk Sayısı	8
Atkı Sıklığı	66 tel/inç
Çözgü Sıklığı	86 tel /inç

REPORT NUMBER: 19-012
Digital Printing Machine: KERAJET
Pigment Dye: CRESA
DESIGN NAME: SOMMARASTER
DESIGN NUMBER: 21539



TESTS	STANDARD METHOD	REQUIREMENTS	COLOR	SOMMARASTER PİGMENT DIGITAL PRINTED	
				dry	wet
RUBBING	ISO 105 X12	dry:4 wet:3		na	na
				na	na
				na	na
				na	na
				na	na
				na	na
				4	3
				na	na
				staining	color change
CF TO WASHING	ISO 105 C06	staining:4 color change:4		na	na
				na	na
				na	na
				na	na
				na	na
				na	na
				4/5	4/5
				na	na
CF TO LIGHT	ISO 105 B02	≥4/5		na	
				na	
				na	
				na	
				na	
				na	
				4/5	
				na	

Şekil 4. 8 renkli desen çalışmasında kullanılan % 100 cotton kumaşın test sonuçları

BULGULAR ve TARTIŞMA

- Pigment dijital baskı çalışmalarında kullanılan pigment boyarmadde parçacıkların nozullardan geçebilecek mikron seviyesinde olmaması. Nozulların pigment boyarmadde parçacıkların geçebileceği şekilde ayarlanması.
- Kullanılan pigment boyarmadde parçacıkların nozulları tıkama riski test edilmiştir. Değiştirilen nozulların reaktif boyarmadde parçacığı ile aynı sürede tıkanmaya başladığı gözlemlenmiştir.
- Pigment dijital baskı işlemi sonrası kumaşta istenilen tuşenin elde edilememesi kullanılan kimyasalın değiştirilmesi ile elde edilmiştir.
- Koyu renkli pigment dijital baskılarda istenilen sürtünme haslık sonuçların elde edilmemesi. Açık-orta ve koyu renk yoğunlukların olduğu desen çalışmaları seçilerek test denemeleri yapılmış ve koyu renklerde sürtünme haslık sonuçlarında herhangi bir sorunla karşılaşılmamıştır. (bkz. Şekil 2,3 ve 4)

SONUÇ

- İşletmemizde reaktif dijital baskı üretimleri yapılmakta fakat günümüz koşullarında sürdürülebilirlik kapsamında daha az su, daha az kimyasal ve daha az enerji tüketimi benimsenmektedir. Sektörümüzde su tüketimi bir hayli yoğun olması sebebiyle proseslerde yapılan ve yapılacak olan iyileştirmeler Ar-Ge olarak bizim için önemli olmaktadır. Bu sebeple pigment baskıda reaktif baskıya göre daha az su,

kimyasal ve enerji kullanımı olmaktadır. Dijital baskı makinelerinde aynı baskı kafaları ile hem reaktif baskı hem de pigment baskı işlemi yapılabilmektedir.

- Dijital baskı makinelerinde pigment baskı yapılarak daha az doğal kaynak tüketimi sağlanmış ve daha az kimyasal tüketilerek çevreci bir üretime geçiş yapılmıştır.

- Pigment dijital baskı proses adımı reaktif dijital baskı prosesine göre daha kısa olduğundan birim metrajda gerçekleşen üretim miktarı fazladır.

- Reaktif dijital baskı işlemi sadece pamuklu kumaş türlerine uygulanabilmektedir. Pigment baskı uygulamasında farklı elyaf içerikli kumaşlara da baskı işlemi yapılabilmektedir. Böylece müşteri portfoyun genişlemesi sağlanmıştır.

- Reaktif dijital baskı işleminden sonra kumaşın buharlama işlemine girmesi ile bazı kumaşlarda neps oluşumuna sebep olmaktadır. Pigment dijital baskı işleminde ise baskı sonrası buharlama adımın olmaması bu duruma rastlanması engellenmiş olmaktadır.

- Reaktif dijital baskı işlemi sonrası kumaşın haslık testlerinde ter ve tükürük haslıkları özellikle koyu renklerde 2,2-3 çıkmaktadır. İstenilen değerler 4,4-5 olması gerekmektedir Pigment dijital baskı işleminden sonra kumaşın ter ve tükürük haslık değer sonuçları koyu renklerde istenilen 4,4-5 değer sağlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirebilmemiz için sağladığı uygulama alanı ve hizmetlerden dolayı Menderes Tekstil Sanayi ve Ticaret A.Ş Ar-Ge Merkezi Departmanına ve araştırmanın şekillenmesini sağlayan Prof. Dr. Ceren Göde hocamıza teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

Selçuk E, 2009. Ink jet baskıda kumaşa uygulanan ön işlemlerin baskı kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması. Bursa Uludağ Üniversitesi, 69 pp.

Tıppet B.G, 2003. Recent Advencements in Digital Textile Printing / Ink Jet Production Becomes a Reality Presentation, Pantone FutureTex 2003, pp.10-20.

Masselınk H, Provost J 1993. Jet Printing of Fibre Reactive Dyes, Journal of the Society of Dyers and Colourists, 109: 4.

Doğan o, 2010. Pigment baskılı kumaşlarda yıkama ve sürtme haslığın geliştirilmesi, Pamukkale Üniversitesi, 59 pp.

http://www.first2print.com/digital_textile_printing/printing-benefits.php [28.11.2022]

Pigment Boyarmaddelerle Baskı Yapma - Tekstil Sayfası (tekstilsayfasi.blogspot.com) [26.11.2022]

Reaktif Boyarmaddelerle Baskı Yapma - Tekstil Sayfası (tekstilsayfasi.blogspot.com) [26.11.2022]

➢ *ORAL PRESENTATION*

Detection of biothiols through the gold-nanoparticles decorated with 'turn on' BODIPY probe

Ecem Saygili* (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8389-9079)*, Muhammed Ucuncu (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6200-9340)*

Department of Analytical Chemistry, Faculty of Pharmacy, İzmir Katip Çelebi University, İzmir, Turkey

*Corresponding author e-mail: ecem.sygl@gmail.com

Abstract

As the early and precise detection of diseases has a great impact on life science applications, researchers have focused on the gap between the medicine and tissue engineering applications to accelerate the development of new treatment strategies. Therefore, optical imaging of cancer cells and related biomarkers have gained much attention, recently. Hence, herein this study, it was aimed to use one of the most novel molecular probes, BODIPY- gold nanoparticles (AuNPs), which exhibits a high selectivity as well as sensitivity towards cysteine, homocysteine and glutathione biothiols over other relevant species. The system was based on the modulation of BODIPY-gold nanoparticles (AuNPs) and the fluorescent quenching mechanism, which mainly associated with the fluorescent resonance energy transfer (FRET) effect. In the presence of thiols, principally, the BODIPY was released from the surface of AuNP and subsequently displaced with the thiols, providing about 20-fold florescence enhancement.

Keywords: BODIPY, gold nanoparticles, biothiols.

INTRODUCTION

One of the bottlenecks in the development of tissue engineering applications is the limited availability of metabolite-specific sensors for continuous sampling and monitoring implemented by conventional methods. On the other hand, only a limited number of approaches exist for connecting existing measurement systems to macro scale instruments. Sensor development is seen as an effective strategy to meet the need for rapid, cost-effective and high-throughput screening, especially in drug development, disease diagnosis and treatment (Fernandes et al., 2018). Multi-usability platforms, on the other hand, can be easily connected to laboratory-scale analyzers and analytical equipment such as HPLC using standardized connectors. Many protocols available for biochemical analyzes in medical applications are based on intermittent sample extraction from a blood gas machine and external analysis. Advanced sensor-systems, on the other hand, make this process possible for real-time measurement of the biologically relevant biomarkers in small sample volumes and detection limits (Ramamoorthy et al., 2003).

Having a pivotal role on homeostasis, biothiols, which are cysteine, homocysteine and glutathione has a great potential in cell imaging applications. Although they are essential antioxidant (Towndsend et. al., 2003) and protein synthesis (Paulsen et al.,2013) the abnormal levels of these reactive sulphur species (RSS) are commonly linked with critical diseases such as cancer and cardiovascular disorders. Hence, the detection of RSS in biological samples is quite critical for diagnostics. Providing a clear cell imaging through microscopy, fluorometric methods based on the changes in fluorescence signals are commonly used for visualization of biological biomarkers. Moreover, due to the diversity and specificity of the florescent probes, multiple structures/molecules in cells and biological samples can be identified simultaneously. Having its exceptional properties (e.g., high fluorescence quantum yield & extinction coefficient), BODIPY has been utilized and designed to detect biothiols among many fluorophores including Rhodamine and coumarin (Ucuncu, 2022). As such, recent studies showed that the gold nanoparticle (AuNP)-BODIPY based fluorescent probes are one of the most promising candidates for biothiols detection. Providing apparent advantages like high sensitivity&selectivity along with the operational simplicity, AuNP-BODIPY presents an efficient fluorescent resonance energy transfer effect. Hence, herein this study, BODIPY-2-aminopyridine skeleton was used together with AuNPs to detect biothiols.

MATERIALS AND METHODS

Synthesis of BODIPY

The synthesis of BODIPY was performed as previously descripted (Ucuncu, 2022). Briefly, 2-aminopyridine and potassium carbonate were added to the tetrahydrofuran (THF) solution of meso-BOD-Cl. The well-mixed solution was placed into oil bath and stirred under nitrogen atmosphere at reflux temperature. The progress of reaction monitored by thin layer chromatography and quenched by removing THF under reduced pressure. The residue was dissolved in dichloromethane (DCM) and extracted with water. Aqueous phase was further extracted with DCM and dried over Na2SO4. Then solvent was removed and the crude was purified by silica gel column chromatography (Hexane:DCM).

Preparation of AuNPs

AuNPs were synthesized by strictly following the citrate reduction method in the literature (Karakus et al., 2021). Briefly, the solution of chloroauric acid was added to ultrapure water under vigorous stirring. After boiling, sodium citrate solution was rapidly added to the solution, and boiled for additional 10 min under vigorous stirring. Meanwhile the colour of solution changed to bright red. After cooling naturally, solution was filtered through a 0.45-mm membrane. The resulting AuNP solution was kept in the dark at 4 °C.

Preparation of BODIPY-AuNPs

To prepare BODIPY-AuNPs module, BODIPY (2µL, 1 mM in dimethyl sulfoxide (DMSO)) was added to 1 mL of AuNPs solution. Following the stirring for 10 min at 37 °C, the absorbance and fluorescence intensity measurements were performed at 300-800 nm and λ_{exc} 460 nm, respectively.

The procedure for biothiol measurements

The BODIPY (2 µM)-AuNP solution was diluted with ultrapure (UP) water (pH: 7.4) at the ratio of 50:50 (v/v). Following, the corresponding molar ratio of biothiols were added to the BODIPY-AuNPs mixture, and the fluorescence intensities were measured at time point:1 min.

RESULTS AND DISCUSSION

The effects of different solvent types on the optimum sensing conditions of synthesized BODIPY-AuNPs were measured via UV-VIS spectrums and fluorescence intensities. Overall, AuNPs were obtained through the citrate reduction method, and the UV-VIS spectrum of AuNPs solution, which was diluted with UP water, phosphate (PB) and HEPES buffers, revealed the characteristic peaks at 520 nm (**Figure 1**). According to the results, BODIPY-AuNPs mixture remained stable in only UP water.

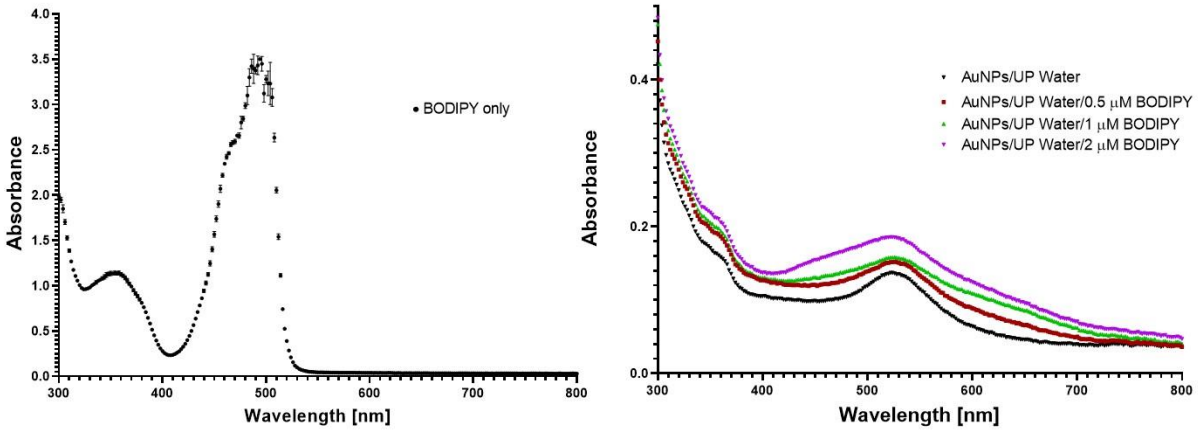


Figure 1. UV-VIS spectrums of BODIPY (left) and AuNPs solution along with different concentrations of BODIPY-AuNPs (right).

Due to the hydrophobic nature of BODIPY, the requirement of an organic cosolvent was also tested to prevent any possible aggregation. Hence, different percentages of AuNPs-UP Water-Organic Solvent mixture were tested (**Figure 2**). Although the addition of organic solvent (DMSO) prevented the aggregation, it decreased the quenching effect of BODIPY. Hence, the 50:50 (v:v) of AuNPs: UP Water was selected as optimum condition for the rest of study.

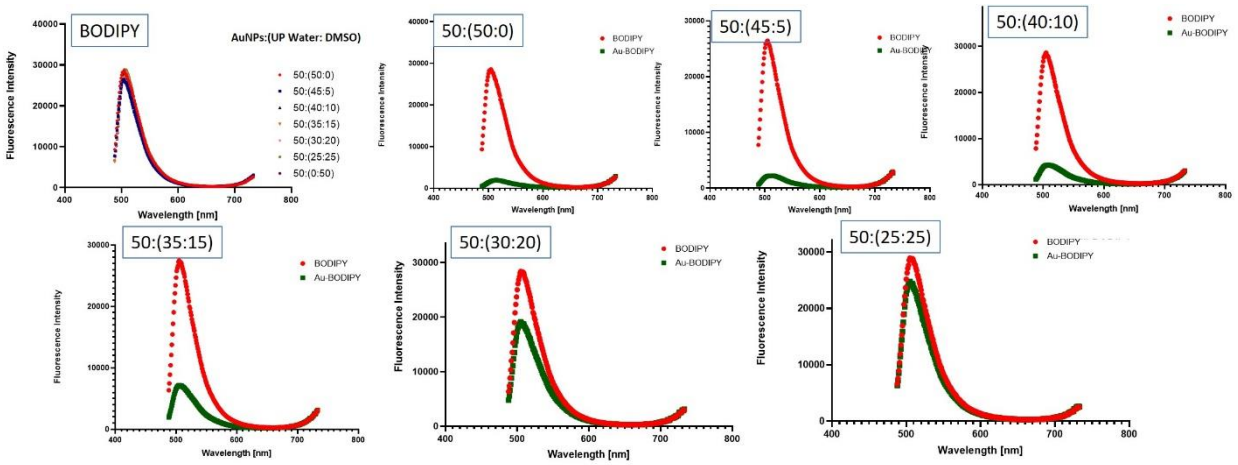


Figure 2. Fluorescence intensities of BODIPY only and BODIPY-AuNPs combination within the various percentages of DMSO (from 0 to 25%), UP Water (from 25 to 50%) and AnNPs (constant at 50% of total volume).

It was also observed that the increased concentration of organic solvent decreased the tendency of AuNPs to thiols (**Figure 3**). Following the careful investigation of all parameters, the optimal sensing conditions were established as 2 µM BODIPY in 50:50 (v:v) AuNPs Soluition: UP Water (pH:7.4).

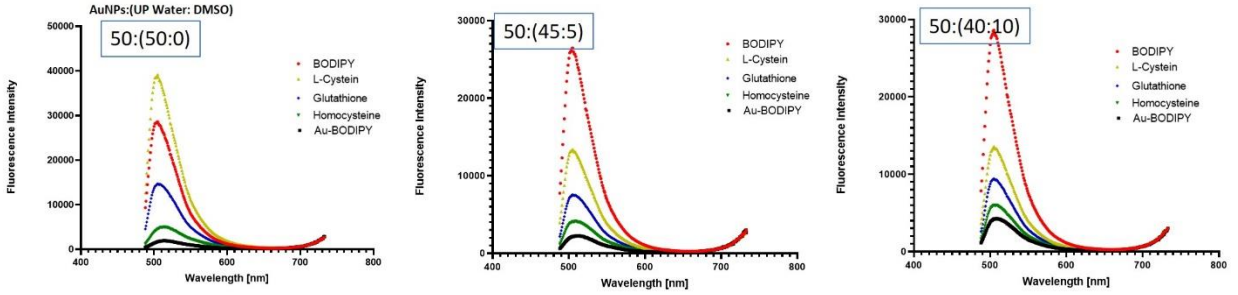


Figure 3. Decreased fluorescence intensities representing the decreased cysteine sensing of BODIPY due to the increased concentration of DMSO within the AuNPs:UP Water: DMSO solution.

To evaluate the selectivity of BODIPY, the florescence intensities in the presence of biothiols and metal ions were recorded. Although no significant response was achieved towards the metal cations, glutathione or homocysteine, a rapid turn-on response towards cysteine was achieved. Therefore, different mole equivalents (equivs.) of cysteine were tested (**Figure 4**).

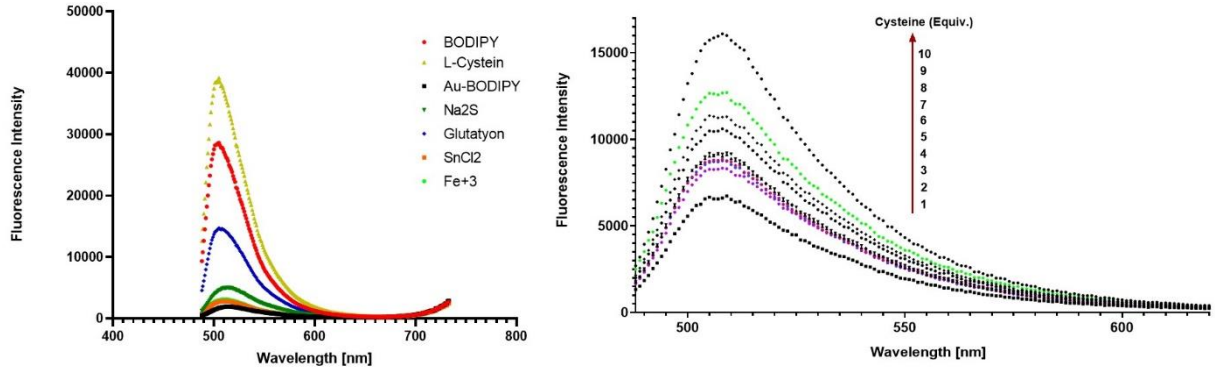


Figure 3. The fluorescence response of BODIPY towards metal cations and biothiols (left). The fluorescence titration through the addition of varying amounts of cysteine. (BODIPY: 2 µM, and 1 equiv. is 2 µM)

CONCLUSION

In this study, the spectral behaviours of BODIPY fluorescent probe in the present of biothiols were reported. Overall, an optimization study was performed for BODIPY-AuNPs in various aqueous solvent system. A rapid (<1 min) "turn on" response towards cysteine with high selectivity was observed. Moreover, the potential of this system has been showed for imaging of cellular cysteine.

REFERENCES

Fernandes AC, Semenova D, Panjan P, Sesay AM, Gernaey KV, Krühne U 2018. Multi-function microfluidic platform for sensor integration. New BIOTECHNOLOGY, 47:8-17.

Karakus E, Erdemir E, Demirbilek N, Liv L 2021. Colorimetric and electrochemical detection of SARS-CoV-2 spike antigen with a gold nanoparticle-based biosensor. Analytica Chimica Acta, 1182: 338939.

Paulsen CE, Carrol KS 2013. Cysteine-mediated redox signalling: chemistry, biology, and tools for discovery. Chem Rev., 113:4633–4679.

Ramamoorthy R, Dutta PK, Akbar SA 2003. Oxygen sensors: Materials, methods, designs and applications. Journal of Materials Science, 38: 4271–4282.

Towndsend DM, Tew KD, Tapiero H 2003 The importance of glutathione in human disease. Biomed Pharmacother, 57(3–4):145–155.

Ucuncu M 2022. A BODIPY based probe for the reversible "turn on" detection of Au(III) ions. Turkish Journal of Chemistry, 46: 523-529.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Treatment of natural waters with gas-bubbled immobilized *Chlorella vulgaris* algal cultures and investigation of its usability as a food ingredient in fish production plants

Kübra ÖZENÇ[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0573-1203* Serdar GÖNCÜ[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6296-3297*

[*1]Eskişehir Technical University, Faculty of Engineering, Environmental Engineering, Eskişehir, Turkiye
[2] Eskişehir Technical University, Faculty of Engineering, Environmental Engineering, Eskişehir, Turkiye

kubraozenc@eskisehir.edu.tr

Abstract

Removal of nutrients rich as nitrogen and phosphorus in water and wastewater by biological treatment using algae cultures instead of conventional methods is increasing day by day. The utilization of algal cultures has numerous benefits, including the use of the biomass produced during the treatment as a raw material in many industries and the lack of a significant energy and chemical requirement. In this study; nitrogen and phosphorus removal natural waters gas bubbled immobilized *Chlorella vulgaris* algae culture was investigated. The study, Porsuk stream, which is rich in nitrogen and phosphorus, was determined as a polluted natural water body in the vicinity of Eskişehir province in Turkiye and samples were collected to be used for the experimental processes. *Chlorella vulgaris* algae culture was immobilized in a gas flow condition and experimental studies were conducted in the constructed reactor, considering different parameter values and nitrogen and phosphorus removal studies from natural waters. *Chlorella vulgaris* used for the purification process was obtained as pure culture and for suitable environmental conditions, 24:0, 16:8 and 12:12 hours light exposure time and pH 7, 8, 9. The experiments were performed air flow rate 0.3, 0.4 and 0.5 L/min respectively. According to the preliminary research findings, the PO_4^{-3} 99.1%, NO_3^- 63.2% and NH_4^+ 86% removal rate were calculated, considering the experimental results at the 45th hour depending on different environmental conditions. The production of fish bait using the gas bubbled immobilized algae culture that was collected from the treated natural water body will be examined.

Keywords: Algal biomass, *Chlorella vulgaris*, Immobilization, Biological treatment, Water treatment

INTRODUCTION

Nowadays, there are high concentrations of nitrogen, phosphorus and toxic metals in the water and wastewater treatment plants, and the treatment of these components is carried out by traditional techniques such as coagulation, flocculation, adsorption, dissolved air flotation and gravity separation. In the application of these methods, a significant amount of chemical substances are used for the removal of elements such as nitrogen and phosphorus. The energy consumption and the cost of operation and maintenance of the plants are quite high (Jasmine et al., 2016).

Heavy metals, inorganic and organic pollution parameters such as nitrate, phosphorus and carbon in the water bodies lead to deterioration of water resources quality (Wollmann et al., 2019). On a global scale, there are two major pollutions that pose a great threat. These are organic pollution and eutrophication of aquatic ecosystems. The presence of inorganic nutrients such as nitrogen and phosphorus in high concentrations in wastewater leads to eutrophication of water bodies (Mujtaba et al., 2018). For this reason, wastewater must undergo appropriate and functional treatment before being discharged directly into the receiving environment (Ruiz-Marin, 2010). To prevent eutrophication and prevent algae formation in wastewater and lakes, it is necessary to remove nitrogen and phosphorus from the existing water body (Mujtaba et al., 2018). To minimize such problems, scientific studies on the removal of nitrogen and phosphorus in water treatment, the use of algal cultures and biological removal methods instead of conventional methods are accelerated day by day.

Algal cultures of *Tetradesmus obliquus*, *Chlorella vulgaris*, and *Spirulina palatesis* are commonly used in water and wastewater treatment (Prescott, 1973). *Chlorella vulgaris* algal cultures are spherical microscopic cells with a diameter of 2-10 μm and contain many plant like structural elements (Safi et al., 2014).

Immobilization of microalgae is a common approach in a variety of bioremediation applications. Immobilization in various substances offers microorganisms several important advantages over free-living suspensions (Moreno-Garrido, 2008). The advantages of immobilization methods are cheap, easy to use in

biotechnological processes, resistant to environmental conditions (Ozdemir P, 2012), easy reuse of cells, high cell density of cultures compared to free cells, lower recovery and recycling costs (Lebeau and Robert 2006), better adaptation of cells to substrate and easy cleaning during the process (Travieso et al., 1996).

Immobilization with natural polymers like alginate was nontoxic and the algal cells did not suffer from drastic environmental changes and intense chemical reactions, so the immobilized algal cells exhibited higher viability. It has been extensively reported that the carboxyl groups and calcium ions of the alginate gel can increase the removal of ammonium and phosphate from wastewater by physical adsorption and chemical precipitation (Hu et al., 2021). Calcium alginate is often used to immobilize microalgae to maintain cell stability over long periods of time. However, the matrix is susceptible to chelating agents such as phosphate and citrate present in wastewater, which affect the strength of the gel matrix and eventually dissolve it. But this problem can be solved by re-calcification the alginate particles (Ruiz-Marin, 2010).

In the framework of this study; with the experimental studies to be carried out, the possibilities of bioremediation with using the gas bubbled immobilized *Chlorella vulgaris* microalgae culture in the polluted natural waters that have problems regarding nitrogen and phosphorus pollution were investigated. Preparation of microalgae culture in the form of gas bubbles during the immobilization phase has advantages, such as maintaining the floating form after addition to natural waters and harvesting after treatment. The density of gas bubbled immobilized algal culture is lower than that of water, it ensures that the algae are in a floating form in the water. Even if the water body has high turbidity, the algae can easily absorb the light they need for the photosynthesis process from the surface. Thus, the harvesting process of the immobilized algal biomass is facilitated by the treatment and no additional treatment (filtration, coagulation-flocculation, etc.) is required. Moreover, the harvested algal biomass can be used as an alternative for fish bait industry.

MATERIALS AND METHODS

Characteristics of raw natural water

The natural water source used for the experimental studies is from the location 39°46'55.66"N 30°36'53.29"E, which is the connection point of the Eskişehir Wastewater Treatment Plant in the Alpu district of Eskişehir, to the Porsuk Stream. According to the preliminary on-site evaluations, this point was found to have high level nitrogen and phosphorus pollution. The results of the on-site raw water quality measurements for ammonium (NH_4^+-N) 24.2±10.8 mg-N/L, nitrate (NO_3^--N) 1.43±1.68 mg-N/L and phosphate (PO_4^{-3}) 2.14±0.8 mg-PO_4/L. In order to avoid possible contamination of the natural water body and possible changes in its chemical composition, water samples were regularly collected from the field every week before the start of experimental study. The water samples are stored in the refrigerator at +4 °C before being used for the experiments.

Microorganisms culture supply and cultivation

Within the scope of the study, the algae culture *Chlorella vulgaris* was used for nitrogen and phosphorus removal from polluted natural water. The pure algal culture was obtained from Eskişehir Technical University, Department of Environmental Engineering and observed and examined for contaminants under an optical microscope at regular intervals. Cultivation of microalgae is carried out in the ESCO AC2-4E8 Class II Biological Safety Cabinet in the laboratory. *Chlorella vulgaris* was cultivated in autoclaved bottles by diluting with BBM medium at a 1:10 algae:BBM ratio. A Pol-Eko KK 240 INOX brand climatic chamber and an Infors/HT brand orbital shaker system were used in this study. Algae are grown in a Pol-Eko brand climatic chamber under the ideal environmental conditions necessary for their growth. These conditions include 28°C temperature and 45% humidity, 18/6 light/dark lighting, blue and red LED lamps with 470 nm and 660 nm wavelengths. The light intensity of LED plate is 165 umol/m^2s under 50 cm. BBM (Bold's Basal Medium) was used to ensure continuity of algal culture. The stock solutions required for BBM medium are prepared in 250 mL flasks and sterilized at 121°C for 20 minutes in a Hirayama HG-80 autoclave unit. Stock solutions and BBM are stored in the refrigerator at +4 °C.

Gas bubbled immobilization of algae culture

Various chemical materials such as alginate, k-carrageenan, polyvinyl and polyurethane are used for immobilization of algal cultures (Göksungur and Güvenç, 2002). These chemicals are provided during experimental studies, and the immobilization process is performed on the based on previous studies in the literature. The concentrations of the compounds required to perform the immobilization process and the amounts that need to be mixed with the algal culture are determined in accordance with the procedure of the immobilization process procedure based on the literature. Given the literature and preliminary studies for the *Chlorella vulgaris* microalgae culture to be used in the project, it was deemed appropriate to prepare 3%

sodium alginate and 20% calcium chloride solutions for immobilization. After dissolving the sodium alginate solution to be prepared in the magnetic stirrer for 12 hours, the mixture is prepared as algae/sodium alginate at a ratio of 1:1 v/v, magnetic stirrer used for homogenization at 125 rpm during 15 min. After the mixture is homogeneous, gas bubbled immobilized algal spheres are formed using a 9 rpm peristaltic pump with a 2-pole Y- tube connection (Figure 1). While one of the hoses supplies air with the help of an air pump, the other is fed into 20% calcium chloride, prepared simultaneously with the homogenized algae mixture, and gas bubbled algae balls are formed (Göncü et al., 2021). Thanks to this structure, the mixing of the algae biomass with the water body is prevented. Immobilized gas bubbled algae balls provide simultaneous removal of nitrogen and phosphorus, which are nutrients found in polluted natural water. After immobilization is complete, 1 g of the immobilized algae is dissolved with 5 ml of 8% sodium citrate to determine the amount of in-vivo chlorophyll-a present in the algal biomass measured by Turner Design Aquafluor fluorometer.

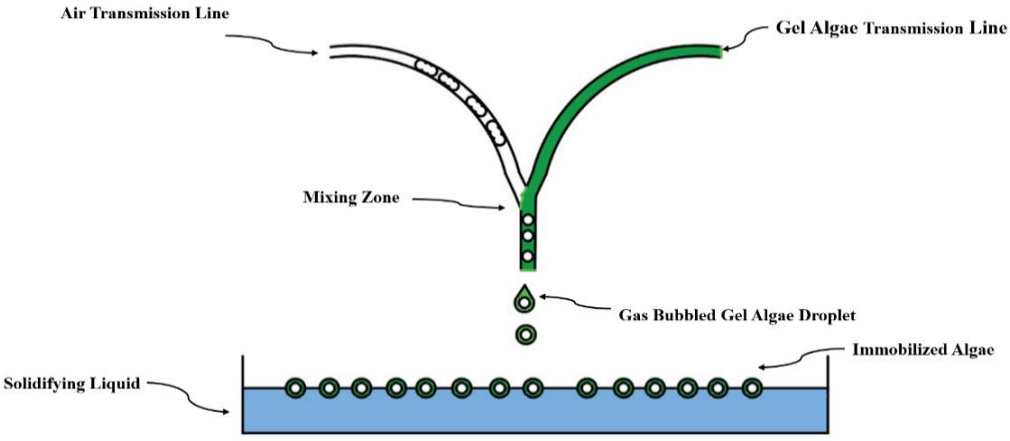


Figure 1. Immobilized algae

Experimental design

The experimental studies were performed in a batch reactor. The experimental setup dimensions are 520*320*60 mm. The bottom of the setup is covered with air diffuser tubes and air flow rate was set to 0.3, 0.4 and 0.5 L/min. The experimental setup was covered with a plexiglass pane and 5 cooling fans and led lights were placed to the upper part of the setup. In the design reactor, 50W COB type power LED lights with blue (470 nm) and red (660 nm) wavelengths suitable for the growth of algal cultures were used. In the experimental studies, the pH was set to 7, 8 and 9. For the experiments, 400 g of gas bubbled immobilized algae and 4 L of polluted natural water are added to the vessel to be treated (Figure 3). The experimental setup is shown in Figure 2. Samples for phosphate measurements were taken according to Standard Method 8048 Phosphorus, Reactive (Orthophosphate) Ascorbic Acid. HACH PhosVer3 reagent was added to 10 mL of sample and mixed for 2 minutes. At this time, the cuvette containing 10 mL of blank sample was read in the HACH DR/2400 spectrophotometer, then the PhosVer3 reagent was added and the readings of the mixed sample were read in PO_4-P mg/L and recorded along with the day and time information. Samples taken for nitrate measurements were analysed using Standard Method 8171 Nitrate, Cadmium Reduction Method. HACH NitraVer5 reagent was added to 10 mL of the sample and mixed for 1 minute, with an expected reaction time of 5 minutes. During the completion of the reaction, the cuvette containing 10 mL of blank solution was read in the HACH DR/2400 spectrophotometer instrument and the measurement results were recorded in the form of NO_3-N mg/L with the day and time indicated. The pH of the setup is automatically controlled by the INFORS HT Labfors 5 photobioreactor. To adjust the pH, 0.2 M HCl and 0.2 M NaOH were used and the device was calibrated with pH 4, pH 7 and pH 10 buffer solutions before each setup. For in vivo chlorophyll-a measurements were performed using the Turner Design Aquafloor Fluorometer device. An ammonium probe connected to the HACH HQ40d multimeter was used for ammonium measurements. Calibration solutions of 0.1, 1, 10, and 100 mg/L NH_4^+-N were used for daily calibration of the instrument.

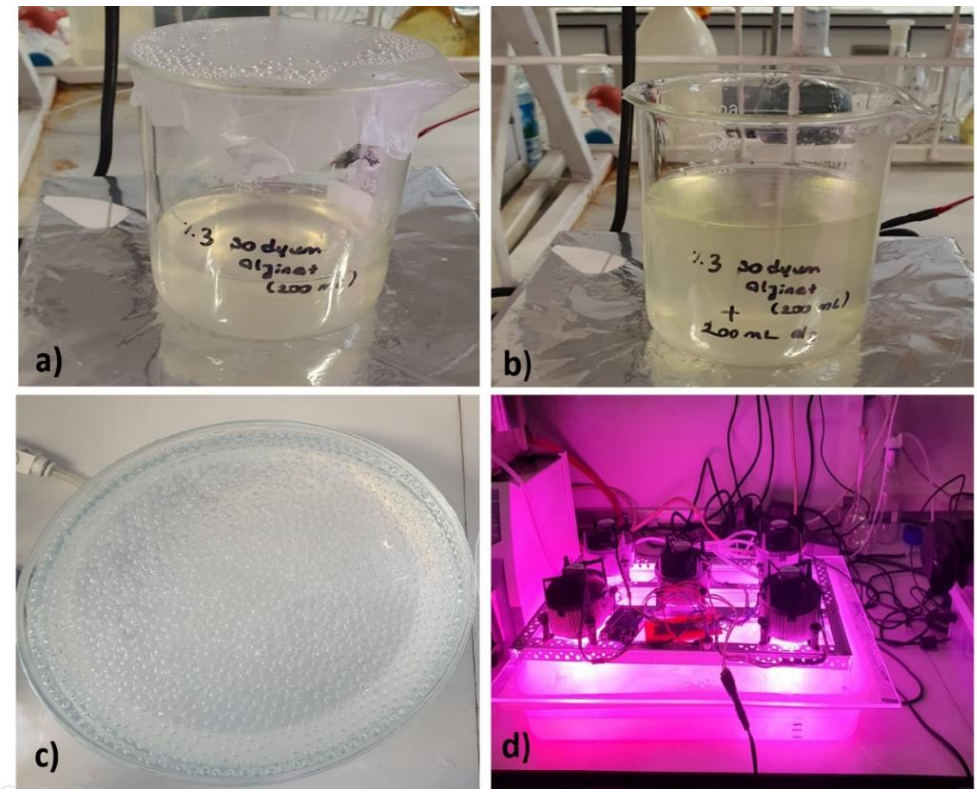


Figure 2. Experimental setup pictures a) 3% sodium alginate (3 g sodium alginate, 100 mL distilled water) b) 1/1 v/v sodium alginate and algae mixture c) Gas bubbled immobilized algae d) Experimental setup

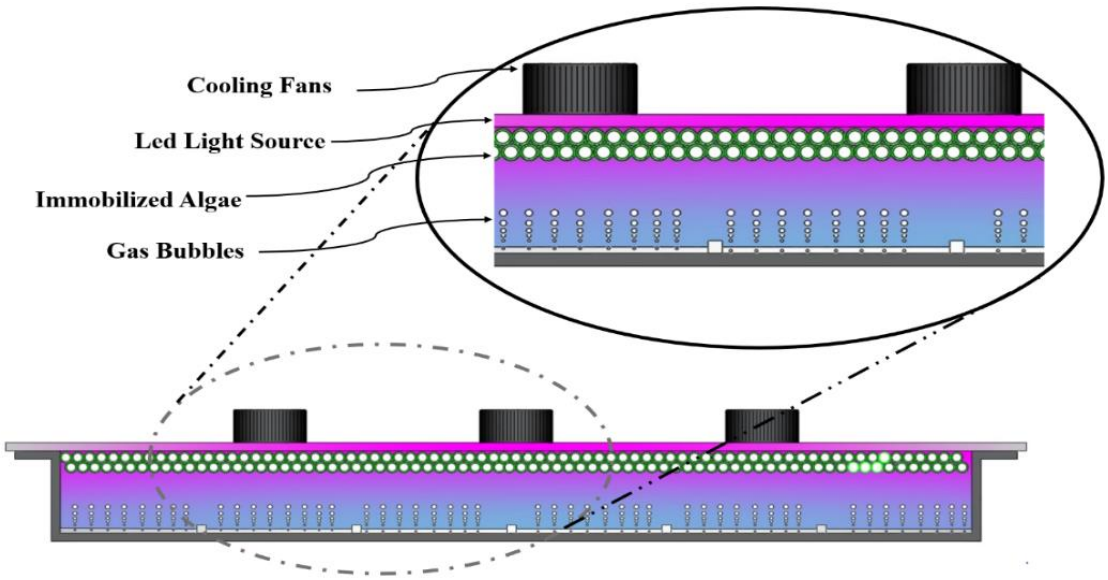


Figure 3. Designed reactor for the treatment process

RESULTS and DISCUSSION

The study investigated the effects of different pH values, air flows and lighting periods on the removal of nitrate, phosphate and ammonium from polluted natural waters by gas bubbled immobilized *Chlorella vulgaris* microalgae culture. The following graphic shows the experimental results of an example study in 0.5 L/min air flow, 24:0 light period, pH 7 conditions. As a result of the experimental study, the removal efficiencies were calculated under different conditions as phosphate 96.2%, nitrate 16.4% and ammonium removal rate were calculated as 81.2%.

The graph of the time-dependent chlorophyll-a concentration change is shown in Figure 4. The initial immobilized chlorophyll-a value of 0.004 mg/L is used all of the experimental setup. When algae growth phases are examined, lag phase between 0-21 hours, logarithmic phase between 21-43 hours, stationary phase between 43-63 hours and 73th hours completed the death phase.

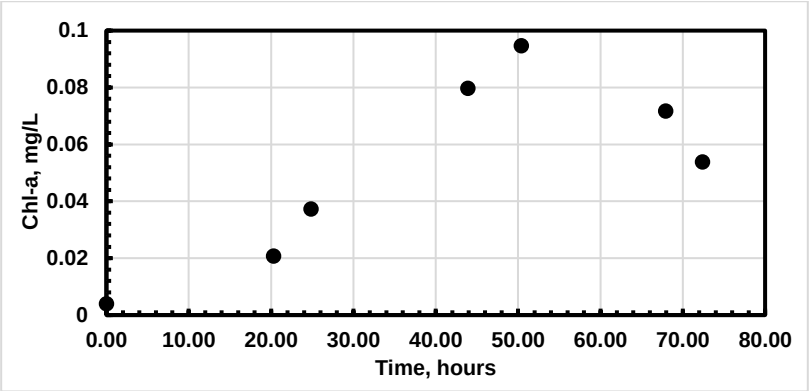


Figure 4. Graph of the time-dependent chlorophyll-a concentration changes

The ammonium change measured over time in an exemplary experimental study is shown in Figure 5. The initial ammonium concentration was measured as 18.2 mg/L and after treatment process it was measured as 2.39 mg/L at the time of 73. hours. Examining the data reveals that the ammonium concentration dropped by 85% in roughly 45 hours.

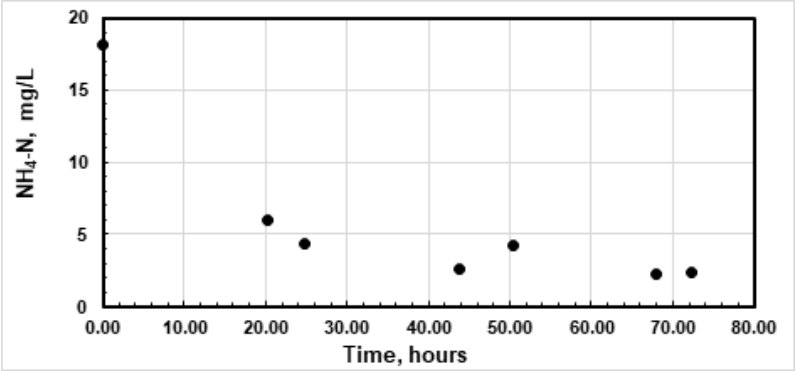


Figure 5. Graph of the time-dependent ammonium concentration changes

The phosphate change measured over time in an exemplary experimental study is shown in Figure 6. The initial phosphate concentration was measured as 1.61 mg/L and at the end of the experiment it measured as 0.17 mg/L. The efficiency of the treatment at the 45th hour was calculated as 98.7 %.

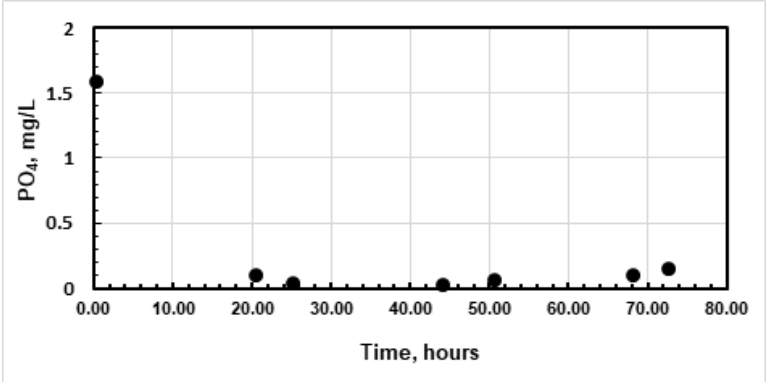


Figure 6. Graph of the time-dependent ammonium concentration changes

The nitrate change measured over time in an exemplary experimental study is shown in Figure 7. The initial nitrate concentration was measured as 1.4 mg/L and at the end of the experiment it measured as 0.4 mg/L. The efficiency of the treatment at the 45th hour was calculated as 12.8% According to the test results, the most important reason for the low nitrate removal efficiency is that the algae prefer to use the ammonium ion primarily as a nutrient in the water body. In addition, due to the existing bacterial activities in the natural water body, an increase in nitrate concentration can be observed due to the nitrification process of ammonium.

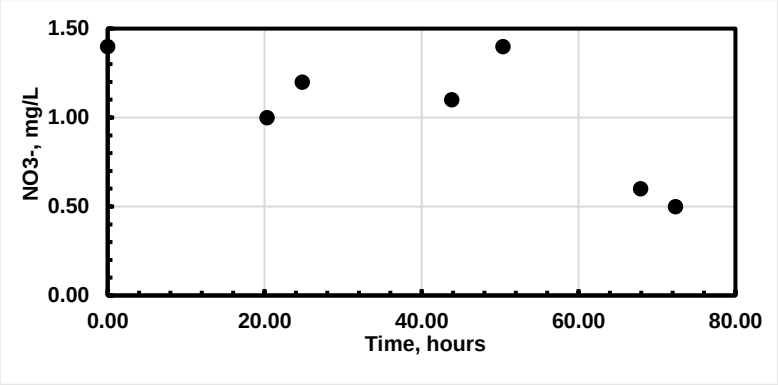


Figure 7. Graph of the time-dependent nitrate concentration changes

In the exemplary experimental study, the pH was stabilized at 7. The pH change measured over time shown as Figure 8.

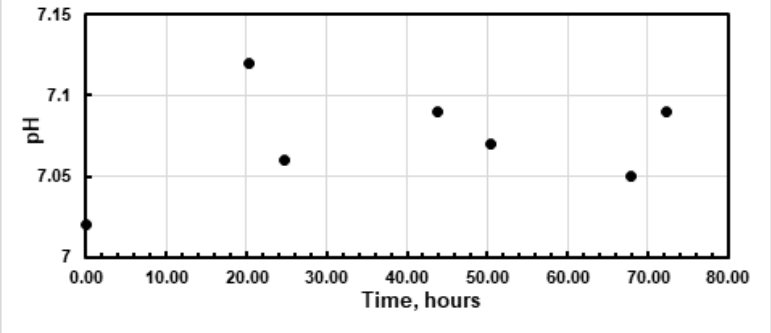


Figure 8. Graph of the time-dependent pH concentration changes

The usage of immobilized algae in fish bait industry

Due to the high amount of protein (45%) of dry weight in the composition of algae, it can be an alternative to fish feed. Gas bubbled immobilized algae will be investigated as an alternative additive to fish feed in the fish bait production industry after using polluted natural water treatment process.

Yields of different experimental sets

During the experimental studies, the effects of algae on polluted natural water bioremediation were investigated at pH 7, 8 and 9, air flow rates are 0.3, 0.4, and 0.5 L/min, and light intervals are 24:0, 12:12, 16:8 h/h. Based on the 45th hour, the ammonium, nitrate, and phosphate removal efficiencies of algae from polluted natural water as shown in Table 2.

Table 2. The removal efficiency of parameters in different experimental conditions and algae biomass growth rate

Experimental Conditions			Nitrate, % (NO_3-)	Ammonium, % (NH_4+)	Phosphate, % (PO_4^{-3})	Chlorophyl-a, mg/m^3 /h
pH	**Air condition, L/min**	**Lightning, h/h**				
9	0.3	24:0	53.3	71.9	99.1	0.0017
7	0.5	24:0	16.4	81.2	96.2	0.0246
7	0.4	24:0	-17.6	85.5	48.3	0.0043
7	0.3	24:0	38.3	86	77.6	0.0028
8	0.3	16:8	63.2	75.2	90	0.0018

CONCLUSION

In this study, the removal efficiency of NH_4^+-N, PO_4^{3-} and NO_3^- from natural water was investigated using a gas bubbled immobilized *Chlorella vulgaris* pure algal culture under different pH, air flow and light conditions.

Considering the removal efficiency, a nitrate removal of 63.2 % was achieved in the series of experiments with

a pH of 8, an air flow rate of 3 m^3/s and an lightning condition of 16:8, ammonium removal was calculated to be 86% and this condition was achieved in the series of experiments with a pH of 7, an air flow rate of 3 m^3/s, and an lightning condition of 24:0, the phosphate removal was calculated to be 99.1% and this condition was achieved in the series of experiments with a pH of 9, an air flow rate of 0.3 L/min and an lightning condition of 24:0. The air flow rate of 0.5 L/min was found to have the highest algal growth rate, as shown in Table 2. When considering the treatment efficiency, it was found that the effect of algae in on water treatment is quite high and it has a suitable treatment capacity compared to conventional treatment methods. The experimental processes are still ongoing, and once the experimental process is completed, the effectiveness of the treatment will be further investigated based on Taugichi analysis at the most effective pH, airflow, and lightning periods.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study has been funded by Scientific Research Commission of Eskisehir Technical University under project no. 22GAP240

The authors would like to express his gratitude to Professor Erdem Ahmet Albek for his suggestions. The necessary analyzes for the usability of immobilized algae harvested as a result of treatment for fish feed production are carried out by ÖZPEKLER Fish Feed Production Facility.

REFERENCES

Göksungur, Y. & Güvenç, U. (2002). Kalsiyum Aljinatta Hücre İmmobilizasyonu ve Biyoteknolojideki Uygulamaları Gıda 27 (6).

Göncü, S., Turğut, E., Öztürk, E.T. (2021). Su/Atıksu Arıtım Sürecinde Gaz Kabarcıklı İmmobilize Alg Kültürünün Üretimi ve Uygulanması, Patent Sicil No: 2021/017210, Sicil Kayıt Tarihi: 05/11/2021.

Hu, X., Meneses, Y. E., Hassan, A. A., Stratton, J., & Huo, S. (2021). Application of alginate immobilized microalgae in treating real food industrial wastewater and design of annular photobioreactor: A proof-of-concept study. *Algal Research*, *60*, 102524.

Jasmine, D. A., Malarmathi, K. B., Daniel, S. K., & Malathi, S. (2016). Natural Algal-Based Processes as Smart Approach for WastewaterTreatment. *Smart Materials for Wastewater Applications*, 379-398.

Lebeau, T., Robert, J. M., & Subba Rao, D. (2006). Biotechnology of immobilized micro algae: a culture technique for the future. *Algal cultures, analogues of blooms and applications. Science Publishers, Enfield*, 801-837.

Moreno-Garrido, I. (2008). Microalgae immobilization: current techniques and uses. *Bioresource technology*, *99*(10), 3949-3964.

Mujtaba, G., Rizwan, M., Kim, G., & Lee, K. (2018). Removal of nutrients and COD through co-culturing activated sludge and immobilized Chlorella vulgaris. *Chemical Engineering Journal*, *343*, 155-162.

Özdemir, P. (2012). *Mikroalg İmmobilizasyonu Ve Uygulamaları* (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

Ruiz-Marin, A., Mendoza-Espinosa, L. G., & Stephenson, T. (2010). Growth and nutrient removal in free and immobilized green algae in batch and semi-continuous cultures treating real wastewater. *Bioresource technology*, *101*(1), 58-64.

Travieso, L., Benitez, F., Weiland, P., Sanchez, E., Dupeyron, R., & Dominguez, A. R. (1996). Experiments on immobilization of microalgae for nutrient removal in wastewater treatments. *Bioresource Technology*, *55*(3), 181-186.

Wollmann, F., Dietze, S., Ackermann, J. U., Bley, T., Walther, T., Steingroewer, J., & Krujatz, F. (2019). Microalgae wastewater treatment: Biological and technological approaches. *Engineering in Life Sciences*, *19*(12), 860-871.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Removal of nitrate and phosphorus from surface water and wastewater using *Chlorella vulgaris* algae culture in a batch reactor

Esin Huriye BUĞDAYCI [1*](*ORCID: 0000-0002-6145-6701*), Burcu ŞİMŞEK UYGUN [2] (*ORCID: 0000-0003-1211-4198)*, Serdar GÖNCÜ [3] (*ORCID: 0000-0002-6296-3297*)

[1]Eskişehir Technical University, Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, Eskişehir, Turkiye.
[2]Eskişehir Technical University, Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, Eskişehir, Turkiye.
[3]Eskişehir Technical University, Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, Eskişehir, Turkiye.

Corresponding Author e-mail: ehb@eskisehir.edu.tr

Abstract

Environmental pollution increases significantly as a result of increasing population and industrial activities. Water resources, which are of vital importance for humans and the environment, are also affected by this pollution. The amount of water consumed by living things turns into wastewater and pollutes the receiving environments. Wastewater, which contains many pollutants such as detergents, heavy metals, pesticides, and which is formed by human activities, needs to be treated appropriately. Biological treatment methods, which are frequently used for wastewater treatment, are the process of using and decomposing organic matter in wastewater by various microorganisms such as fungi, protozoa and algae as nutrients. Microalgae, which has been used in many researches in recent years, provides the sustainability of wastewater treatment by converting nutrients such as nitrogen-phosphorus in wastewater into biomass. In this study, it was aimed to investigate the removal of nitrogen and phosphorus from domestic wastewater by using *Chlorella vulgaris* algae culture. Experimental studies were carried out in a batch reactor under conditions of constant temperature and pH, light source and aeration rate. Nitrate nitrogen, ammonium nitrogen and phosphate phosphorus removal efficiencies were investigated by measurements made twice in a day. The results showed that microalgae are able to remove nitrogen and phosphorus efficiently and the use of microalgae is successful. Wastewater sample parameter removal efficiencies, respectively; 99.1% for ammonium nitrogen, 64.3% for nitrate nitrogen and 94.2% for phosphate. For the pollution parameters in the surface water source, the removal efficiencies 98,7% for ammonium nitrogen and 100% for phosphate.

Keywords: *Chlorella vulgaris*, Wastewater treatment, Microalgae.

INTRODUCTION

Excessive use of fertilizers and pesticides in urban and agricultural areas creates serious nitrate and phosphate pollution problems in surface and ground waters. Municipal wastewater discharge, sewage effluent, animal farms, processed food factories and decomposition of rotten organic matter release nitrogen into aquatic environments. For these reasons, studies on nitrogen and phosphorus pollution and the treatment of this pollution are important (Taziki, et al., 2015).

Biological treatment of nitrogen and phosphorus-containing wastewater has been investigated and studied with organisms such as bacteria, fungi, protozoa and microalgae. Among these organisms, microalgae have been the focus of attention in wastewater treatment in recent years. Microalgae, which can grow rapidly due to their unicellular or simple multicellular structure, are photosynthetic microorganisms that can live in harsh conditions. It is a good way to remove pollutants such as nitrogen, phosphorus and carbon from wastewater. They can also reduce the harmful effects of pollutants in the sewer (Delgadillo-Mirquez, ve diğerleri 2016). In addition, microalgae technology is based on natural ecosystems and is environmentally friendly.

In previous studies, the behavior of different types of microalgae in wastewater was investigated in order to observe nutrient removal. Among species such as *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus obliques*, *Spirulina maxima*, *Botrycoccus braunii* and *Chlamydomonas reinhardtii*; *Chlorella v*. is recognized as one of the fastest growing microalgae (Gutwinski and Cema 2016).

Su et al (2012) stated that the performance of some algae species such as Phormidiaceae, Chlorella and Scenedesmus stand out in water treatment, and among these species, Chlorella exhibits the best nitrogen and phosphorus removal ability (Xe, ve diğerleri 2021). In addition, *Chlorella vulgaris* has been identified as one of two microalgae capable of removing 55% of phosphate in pig farms wastewater in Colombia (Sayadi et al., 2016).

Chlorella vulgaris is a genus of unicellular, round-shaped, 2-12 μm green algae belonging to the phylum *Chlorophyta*, which can serve as a potential source of food and energy. They live in fresh water or soil and are easy to grow. For this reason, it is frequently used in scientific studies and engineering.

In this study, it was aimed to remove nitrogen and phosphorus from domestic wastewater by using *Chlorella vulgaris* algae culture and the details of the treatment process were examined under laboratory conditions.

MATERIAL AND METHOD

The aim of this study is to determine the biological treatment capacities of *Chlorella vulgaris* algae culture in water and the removal efficiency of nitrogen and phosphorus ions from water sources. Within the scope of the experiments carried out in the Water Quality Laboratory of the Department of Environmental Engineering of Eskişehir Technical University, it was studied with domestic wastewater samples and with Porsuk Stream water samples.
Measurements were made approximately every 10 hours. All tests were performed at a constant temperature (room temperature) of 25°C, pH values were recorded daily. Necessary corrections were made in each measurement to keep the pH value at a constant value of 8.

1. Study Area

The wastewater sample was taken from the outlet of the primary sedimentation at the Eskişehir Municipal Wastewater Treatment Plant. The surface water sample was obtained from the discharge point of the facility outlet of the Porsuk Stream. Sampling locations are shown in the Figure 1.



Figure 1 Sampling locations

2. The Experimental Setup

The experiment solution was 810 mL of sample (wastewater or surface water), 90 mL of algae culture (in a total volume of 900 mL). The algae strain used was *Chlorella v.* as mentioned above. Algae culture fed with BBM was obtained from Eskişehir Technical University Environmental Engineering Department Water Quality Laboratory. The algae culture to be used in the experiment, examined under the microscope, is shown in Figure 2.



Figure 2 Microscope view of *Chlorella v.* algae

Batch reactor was used to set up the experiment with an imhoff cone. The reason for this preference is that when air is supplied from the lower part of the funnel, this air can easily reach everywhere in the assembly in a homogeneous manner. Air was fed from the lower part of the funnel via the diffuser, and the system was illuminated with blue-red light using a power LED light source. A parabolic reflective surface covered with aluminum foil is placed around the cone for better efficiency from the light source. Within the scope of the experiment, in addition to NO_3-N, NH_4-N, PO_4^{3-}, pH and temperature values, chlorophyll-a was measured to see the growth stages of algae. During the experimental studies, pH fixation was done manually. The image of the system before the light source is turned on is given in Figure 3.

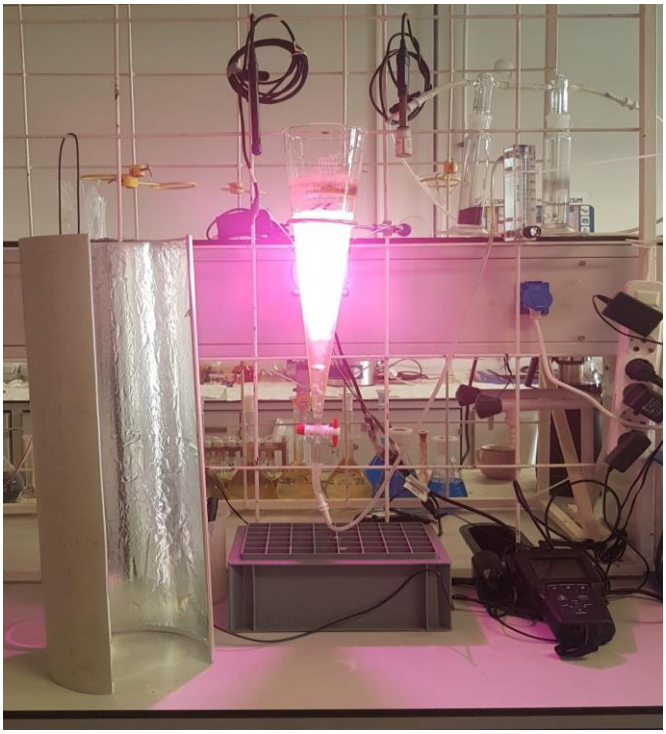


Figure 3 The batch reactor

3. Measurement of Parameters

The following parameters were measured in the water samples taken from both locations: Nitrate (NO_3-N) nitrogen, Ammonium (NH^{4+}-N) nitrogen, Phosphate (PO_4^{3-}), pH, Chlorophyll-a.

At the beginning, the sample, which was taken from the cone, mixed homogeneously and reached room temperature, was filtered using glass fiber filter paper (diameter 47 mm). Then, the filtered sample was subjected to nitrogen and phosphorus analysis. Phosphate was measured by the Phosphate Standard Method 8048 Phosphorus, Reactive (Orthophosphate) Ascorbic Acid Method. Nitrate measurement was made with the Standard Method 8171 Nitrate, Cadmium Reduction Method. The measurement of ammonium nitrate was carried out by the Nessler method. Values were read using the Hach DR2400 VIS spectrophotometer. Chlorophyll-a measurements were made with the Turner Design Aqua Fluor Fluorometer/Turbidimeter device as in vivo Chl-a values. Spectrophotometer and fluorometer are given in Figures 4.



Figure 4 Spectroscopy and fluorometer used in the experiment

RESULTS AND DISCUSSION

Ammonium nitrogen and phosphate concentrations in experiments with *Chlorella vulgaris* in wastewater are shown in the graphs below. Both parameters were determined with high efficiency values reaching respectively 99.1% and 94.2%. Subsequently, the removal rate was greatly reduced in proportion to the reduction in algae concentrations. Exponential graphs of the removals are shown in Figures 5.

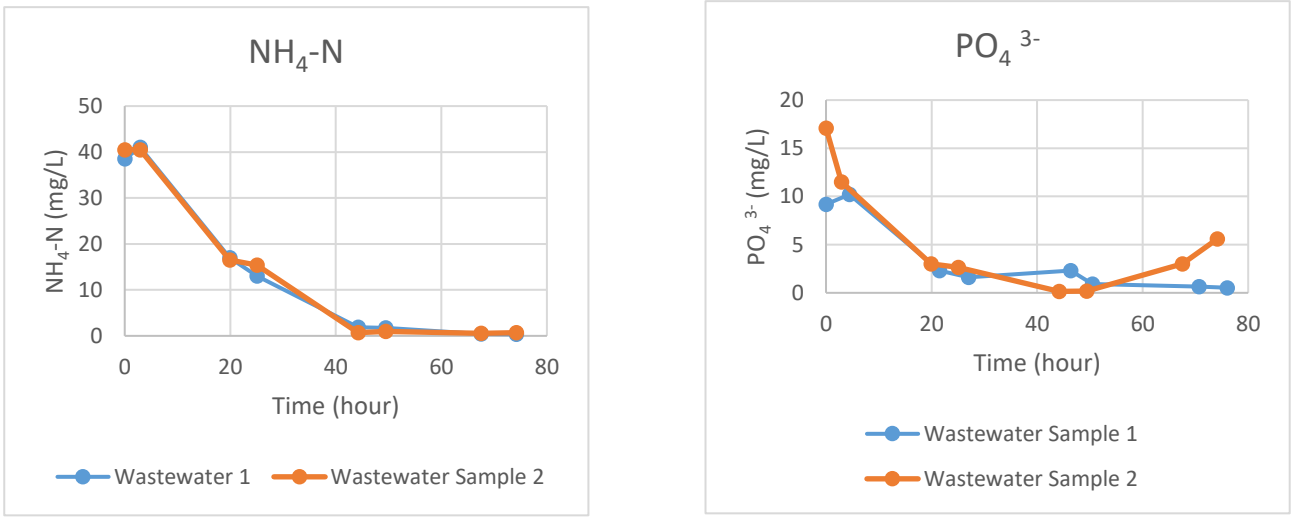


Figure 5 Time-dependent change of phosphate and ammonnium concentration in wastewater

The graph below shows the concentration changes of NO_3-N concentrations in wastewater (Figure 6). At the beginning, nitrate nitrogen removal was observed, but after the twentieth hour, an increase was observed. Nitrification processes as a result of bacterial activity in the system can be shown as the reason for the risings. For this reason, the risings were observed in some periods. However, this rising was replaced by the depletion of nitrate nitrogen with the depletion of ammonium ion. The total removal efficiency is 64.2%.

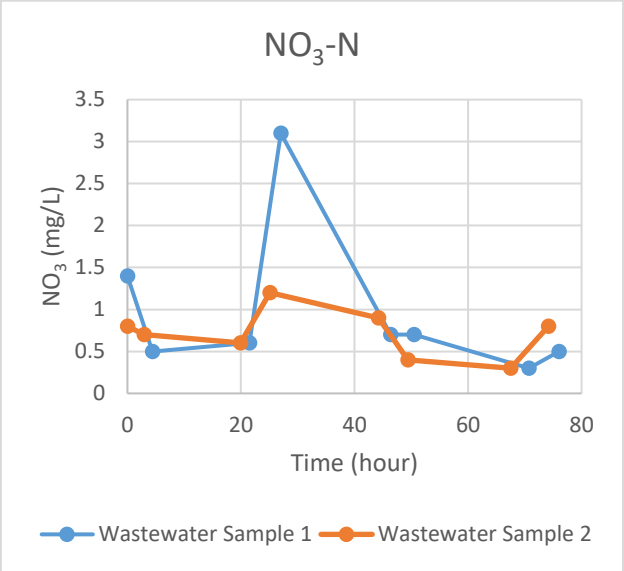


Figure 6 Time-dependent change of nitrate-N concentration in wastewater

The graph below shows chlorophyll-a changes in the wastewater sample. It can be seen that the algae concentrations increase continuously during the first 45 hours due to the presence of abundant phosphorus and nitrogen at the beginning. In the following hours, the system enters the stationary phase because there is small amount of nutrients left in the system. Figure 7 shows the time depended change of algae biomass amount.

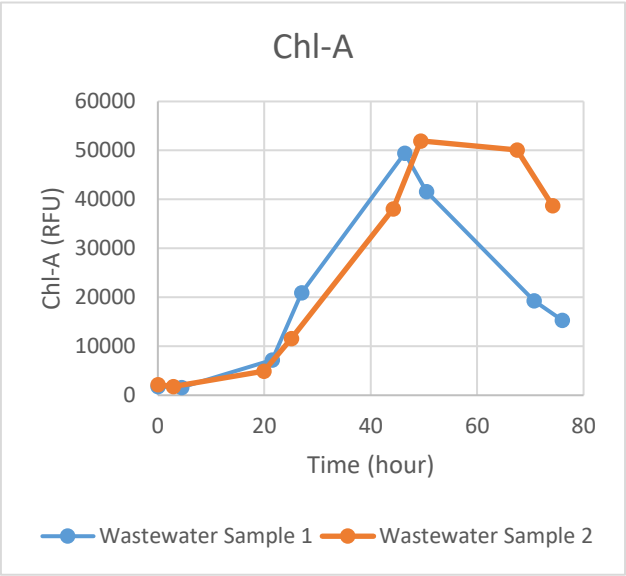


Figure 7 Time-dependent change of Chlorophyll-a (RFU) in wastewater

The concentrations of ammonium nitrogen and phosphate can be seen from the graphs below in experiments performed with the same algae species in Porsuk Stream water. For these parameters, it was observed that the removal efficiency reached up to 98.7% and 100%, respectively. Most of the pollutant removal occurred in the first twenty hours of high algae growth. Afterwards, the removal rate was greatly reduced in proportion to the decrease in algae concentrations. Graphs are shown in Figure 8.

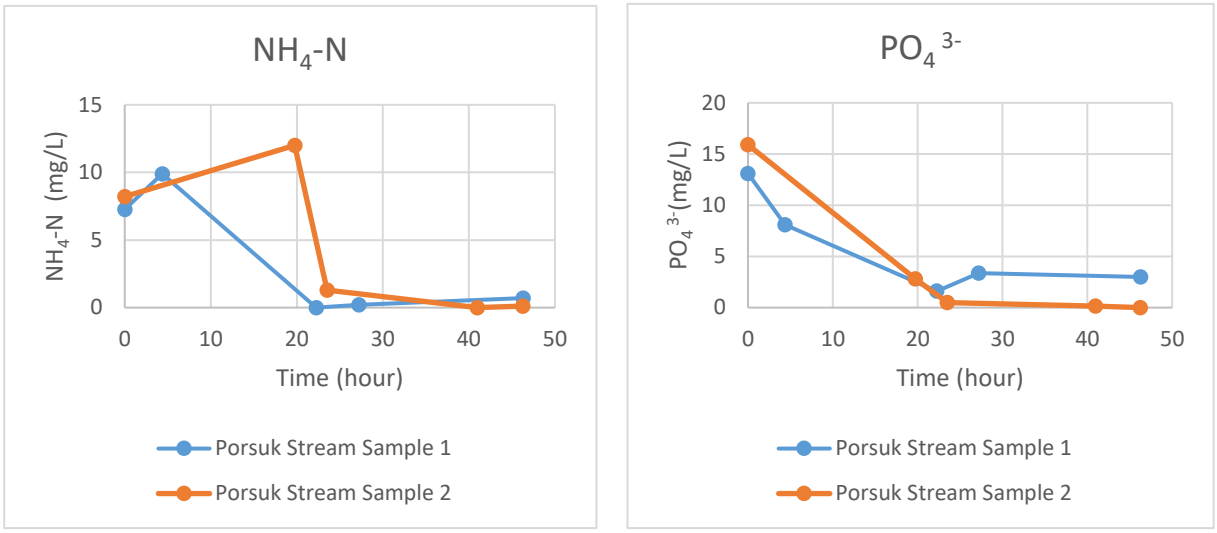


Figure 8 Time-dependent change of phosphate and ammonium concentration in Porsuk Stream

The concentration of NO_3-N values in surface water is very low and the algaes are growing slowly. As a result, the removal of NO_3-N has not been efficient.

The graph below shows chlorophyll-a changes in the Porsuk Stream water sample. In the beginning, there is plenty of phosphorus and nitrogen in the system and the algae concentrations increase continuously during the first 20 hours. After 20 hours, it reaches the maximum value, the rising stops and the algae starts to die. Figure 9 shows algal culture concentration changes in surface water.

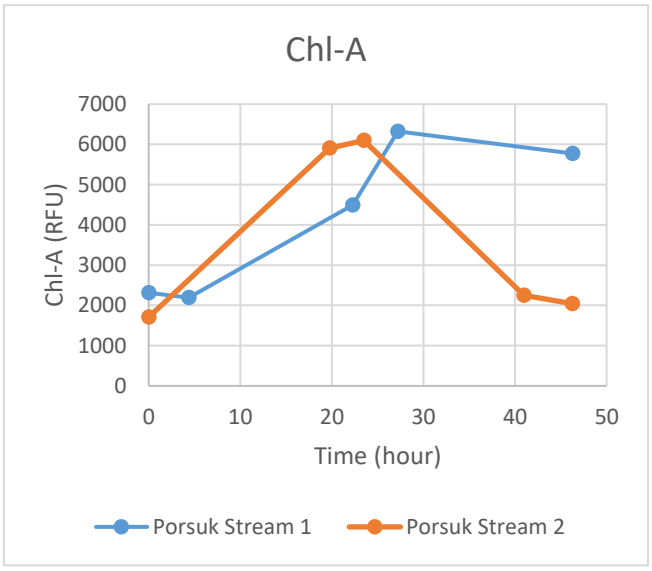


Figure 9 Time-dependent change of Chlorophyll-a (RFU) in Porsuk Stream water sample

As shown in the graphs, it can be said that working with *Chlorella vulgaris* algae is efficient for the removal of ammonium nitrogen (NH_4-N), nitrate nitrogen (NO_3-N) and phosphate (PO_4^{3-}), including for wastewater or surface water. Compared to surface water with wastewater, due to the presence of lower concentrations of phosphorus and nitrogen, nutrients for algae at the beginning, it took a shorter time for the algae to enter the

stationary phase and the system efficiency ended earlier. While the transition to the stationary phase in the wastewater sample took 45 hours, this value decreased to 20 hours for the surface water samples.

CONCLUSION

As a result, it can be concluded that the use of microalgae in nitrogen and phosphorus removal from domestic wastewater gives successful results. It has been observed that algae play an active role in the rehabilitation of wastewater and natural waters, and they can be used in the treatment process more quickly and efficiently due to the excess of the initial nutrient in the wastewater. Microalgae can be indicated as a significant role-player while used in wastewater, being an affordable process with multiple benefits.

This experiment confirms that *Chlorella v.* can be considered as efficient nutrient removers from wastewater and surface waters. It is capable of completely depleting N and P correspondingly from especially wastewaters containing high concentrations of nitrate and phosphate.

REFERENCES

Delgadillo-Mirquez, Liliana, Filipa Lopes, Behnam Taidi, ve Dominique Pareau. «Nitrogen and phosphate removal from wastewater with a mixed microalgae and bacteria culture.» *Biotechnology Reports*, 2016: 18-26.

Gutwinski, Piotr, ve Grzegorz Cema. «Removal of Nitrogen and Phosphorus From Reject Water Using Chlorella vulgaris Algae After Partial Nitrification/Anammox Process.» *Water Environment Research*, 2016: 63-69.

Sayadi, M.H., N. Ahmadpour, M. Fallahi Capoorchali, ve M.R. Rezaei. «Removal of nitrate and phosphate from aqueous solutions by microalgae: An experimental study.» *Global Journal of Environmental Science and Management*, 2016: 357-364.

Taziki, Mahboobeh, Hossein Ahmadzadeh, Marcia A. Murry, ve Stephen R. Lyon. «Nitrate and Nitrite Removal from Wastewater Using Algae.» *Current Biotechnology*, 2015.

Xe, Chen, Liupeng Wang, Zaohong Liu, Guanjun Cai, ve Jian Zhan. «Nitrogen and phosphorus removal efficiency and algae viability in an immobilized algae and bacteria symbiosis system with pink luminescent filler.» *Water Science & Technology*, 2021: 104-115.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Depremlerin Zemin Büyütmesi Üzerine Etkisinin Ankara Zemini Özelinde İncelenmesi

Mahinur Duyar[1*] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0001-6238-4319)* Süleyman Pampal[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7295-5100*)

[*1]Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye
[2]Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

*mnurduyar@gmail.com

Özet
Alp-Himalaya Deprem Kuşağı'nda bulunan Türkiye, büyük levhaların sıkıştırıcı etkisi altında olup aktif bir deprem kuşağındadır. Her geçen gün büyük magnitüdlü depremler ile sarsılmakta ve bu bağlamda deprem kaçınılmaz bir gerçeklik olarak ortaya çıkmaktadır. Can ve mal kaybını minimuma indirgemek için saha çalışmaları önem teşkil etmektedir. Yapıların inşa edileceği alanların zemin formasyonları iyi irdelenmeli ve özellikle yumuşak zeminlerde karşılaşılan zemin büyütme faktörü üzerinde durulmalıdır. Bu çalışmada Ankara ilinin ve çevresinin fay özellikleri irdelenmiş ve zemin formasyonları hakkında bilgi verilerek zemin büyütmesi durumuna değinilmiştir.
Anahtar sözcükler: Deprem, Ankara, Zemin Büyütmesi

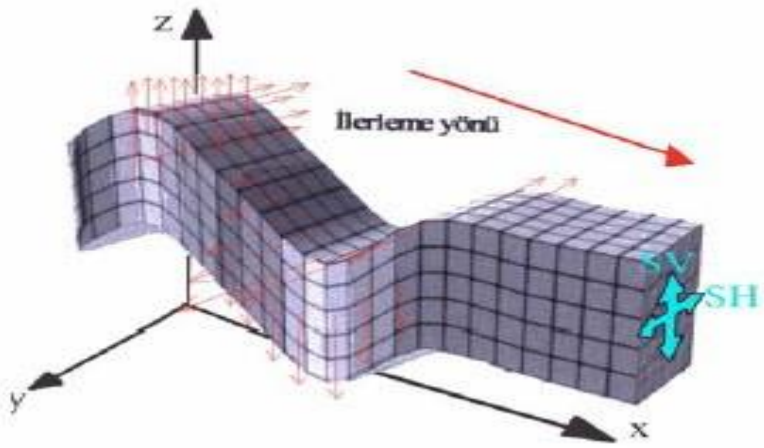
Abstract
Located in the Alpine-Himalayan Seismic Belt, Turkey is under the compressive effect of large plates and is in an active seismic belt. It is being shaken by earthquakes of great magnitude day by day, and in this context, earthquakes emerge as an inevitable reality. Field studies are important to minimize the loss of life and property. Soil formations of the areas where the structures will be built should be well examined and the soil amplification factor encountered especially in soft soils should be emphasized. In this study, the fault characteristics of Ankara province and its surroundings were examined and the soil amplification was mentioned by giving information about the soil formations.
Keywords: Earthquake, Ankara, Soil Amplification

GİRİŞ

Türkiye gibi deprem kuşağında yer alan ülkeler büyük magnitüdlü depremler ile sarsılmakta ve bunun sonucunda ciddi can ve mal kayıpları meydana gelmektedir. Bir deprem meydana geldiğinde, farklı sismik dalgalar odak noktasından itibaren yer içinde farklı hızlarda yayılmaya başlarlar. Bu dalgalar yer yüzeyinde süresi saniyeden dakikalara varacak kadar titreşimler oluştururlar. Belirli bir yerdeki titreşimin süresi ve şiddeti; depremin büyüklüğüne, kaynaktan uzaklığına, dalgaların yol aldığı ortamın fiziksel özelliklerine ve o yerin zemin özelliklerine bağlıdır. Sismik dalgalar, kaynaktan yer yüzeyine ulaşıncaya kadar yayılımının büyük bir kısmını yer kabuğunu oluşturan sert ana kayadan geçirirken, son kısmını ana kayaya göre oldukça farklı olan gevşek zemin tabakaları içinden geçirirler. Taban kayaya ulaşan deprem dalgaları, tabakalı bir zemin ortamında yukarıya doğru yayılırken, bu zemin tabakalarının fiziksel özellikleri yüzünden titreşimin frekans muhtevası (hakim periyodu) ve titreşimin genlikleri önemli ölçüde değişikliğe uğrayabilmektedir. Zemin tabakaları, sismik dalgalar için bir süzgeç görevi görmektedir. Bazı frekanslardaki sismik dalgalar sönüme uğrarken bazıları ise büyütülmektedir. Sismik dalgaların zemin tabakaları içinde geçirdiği değişimlerin tümüne zemin etkisi adı verilir. Genellikle bu değişim genliklerin artması şeklinde gözlendiğinden, zemin etkisi terimi zemin büyütmesi olarak da adlandırılır. Yumuşak zeminlerde zemin büyütmesi durumuna sık rastlanmaktadır.

Yumuşak kilden oluşan kalın zeminler yer hareketini sönümlemezler aksine onları büyütürler. Bu zeminler pik yer ivmesini ve periyodu büyütme eğilimindedirler. Yumuşak zemin üzerine inşa edilen yapılar ana kayadakilere göre daha fazla zarar görür. Sismik dalgaların kayada 0,3 s civarındaki baskın periyodu yumuşak zeminlerde 1~4 saniyeye kadar çıkabilir. Bu durum da yapılarda çok yıkıcı sonuçlar doğurabilmektedir. Deprem odak noktasında ciddi kayıplar, hasarlar meydana gelmezken deprem odak noktasına kilometrelerce uzakta bulunan, yumuşak zeminden oluşan bölgelerde zemin etkisinden kaynaklı olarak hasarlar ve can kayıpları meydana gelebilir. İnşaat mühendisliği alanında yapı periyodundan kasıt herhangi bir kuvvet altında

yapının harekete başlama zamanı ile yapının tekrar eski haline gelmesi arasındaki süredir. Yapıların salınım periyotları kabaca N/10 saniyedir (N: kat adedi). Pik yer ivmesi ise bir yerde deprem anından meydana gelen en büyük yer ivmesidir.
Zemin büyütmesini; malzemenin empedans oranı, havza altı topografyası, havza kenar etkisi, yer yüzü topografyası ve zemin yapısı-dokusu gibi özellikler etkilemektedir.
Deprem etkisi ile zararlarının azaltılması veya önüne geçilebilmesi için yerleşim yerlerinin, deprem tehlikesinin ve zeminlerin geoteknik özelliklerinin belirlenmesi ve bunlara göre yapının projelendirilmesi oldukça önemlidir. Yapı-zemin etkileşiminin projeye yansıtılması bağlamında zeminde deprem esnasında oluşacak zemin büyütmesinin belirlenmesi hususundaki incelemeler, araştırmalar gün geçtikçe önemli bir hale gelmektedir.
Zemin büyütmesi birçok farklı yöntemle irdelenebilmektedir ancak bu çalışmada kayma dalgası hızından (V_s) yola çıkılarak zemin büyütmesi durumu hakkında fikir yürütülmüştür. Kayma dalgası hızı Vs, inşaat mühendisliğinde zeminlerin dinamik davranış özelliklerini belirlemede önemli parametrelerden biri olarak kabul edilmektedir. Deprem sırasında meydana gelen enerjinin bir kısmı elastik dalgalar şeklinde yayılır. Kayma dalgaları elastik bir ortamda bükülerek, parçacık hareketine dik yönde yayılırlar. Hacim değişmesine neden olmazlar ancak ortamda şekil değişikliği meydana getirirler. Kayma dalgaları “S-dalgası”, “ikincil dalga” veya ”transvers dalga” ifadelerle anılırlar.



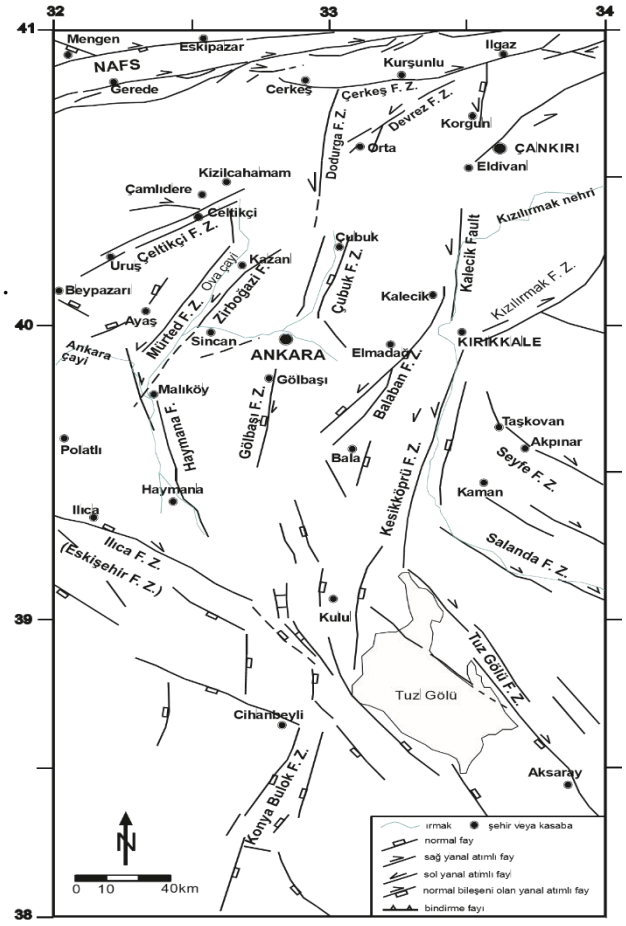
Şekil 1.1: S dalgasının yayıldığı ortamda meydana getireceği deformasyon

Bu çalışmada Ankara ilinde yapılmış olan zemin inceleme çalışmalarından yararlanılarak elde edilen verilerden zemininin deprem etkisi altında büyümesi irdelenmiştir.

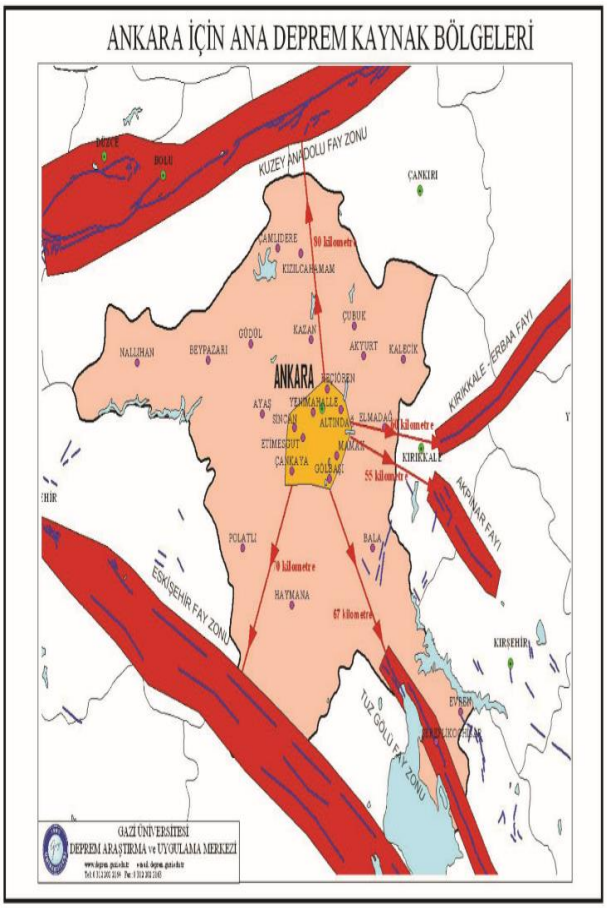
ANKARA İLİ VE ÇEVRESİNİN DEPREMSELLİK ÖZELLİKLERİ

Kuzey Anadolu Fay Hattı, Van Gölü’nden Yunanistan’a kadar uzanan yaklaşık 1700 kilometre uzunluğunda bir hattır. Bu hattın Ankara’ya uzaklığı 110 kilometredir. Bu hat 300 yılda bir büyük ve yıkıcı bir deprem üretme potansiyeline sahiptir. En son Çankırı’nın Orta ilçesinin hemen batısında 2000 yılında 6.0 büyüklüğünde olan bir deprem bu faydaki hareketlenme ile meydana geldi. Bu hat Çerkeş’ten Çubuk Esenboğa’ya kadar uzanmaktadır ve bu hat üzerinde kısa aralıklarla depremler devam etmektedir. Bir başka Ankara’yı etkileyen aktif deprem hattı Ankara’nın yaklaşık olarak 70 kilometre kuzeybatısından geçen Çeltikçi Fay Hattı’dır. Bu fay hattı Ankara-İstanbul otoyolunun geçtiği mevkiye ve Çamlıdere Barajı’nın bulunduğu mevkiye çok yakın geçmektedir. Çeltikçi fay hattı ise Kızılcahamam’dan Beypazarı’na kadar uzanan yaklaşık 70 kilometre uzunluğunda bir fay hattıdır. Bu fay hattı da 2000 yılında 4,4 büyüklüğünde Güdül depremini üretmiştir.
Daha güney tarafta ise Ankara’nın yaklaşık olarak 50 kilometre kuzeybatısından geçen ve aktif durumda olan Ayaş Fay Hattı bulunmaktadır. Aynı şekilde Ankara’ya 75-80 kilometre mesafede bulunan Ankara’nın güneybatı tarafında yer alan Haymana Fay Hattı bulunmaktadır. Aşağıda bulunan haritalar incelendiğinde Ankara birçok fay hattı ile çevrelenmiş görünmektedir. Yine Ankara’ya yaklaşık 25-30 kilometre uzaklıkta bulunan Elmadağ Fay Hattı, üzerinde çok sayıda depremin gerçekleştiği aktif bir fay hattıdır. Bir diğer fay hattı ise balaban çayı ve vadisini oluşturan Ankara’nın 60-65 kilometre doğusunda yer alan ve 2005 yılında 5,2 büyüklüğünde deprem üreten ve 2007 ile 2008 yıllarında da depremler üreten bir fay hattıdır. Güneyde Kesikköprü Fay Hattı bulunmakta ve bu fay hattının hemen doğusunda da Kırıkkale Fay Hattı bulunmaktadır.

Batıda Bursa'dan doğuda Sultan Karapınar'a kadar uzanan yaklaşık 470 kilometre uzunluğunda ve 30 kilometre genişliğinde bir aktif fay kuşağı bulunmaktadır. Bu fay kuşağı 1956 yılında 6,4 büyüklüğünde Eskişehir depremini üretmiştir. Eskişehir fay sistemi de Ankara'yı dolaylı olarak etkileyen bir hattır. Bir başkası ise Bolluk gölünün bulunduğu alandır. Burası çok fazla deprem üreten bir bölgedir ve aktif bir faydır. Çevre illerden olan Kırşehir Fay Hattı 4 tane aktif fay kuşağından oluşmaktadır ve 7 büyüklüğünde deprem üretme potansiyeline sahiptir. Kapadokya bölgesinde Avanos'tan Kırıkkale'ye kadar 175 kilometre uzunluğunda ve 25 kilometre genişliğinde çok önemli bir deformasyon kuşağı bulunmaktadır.



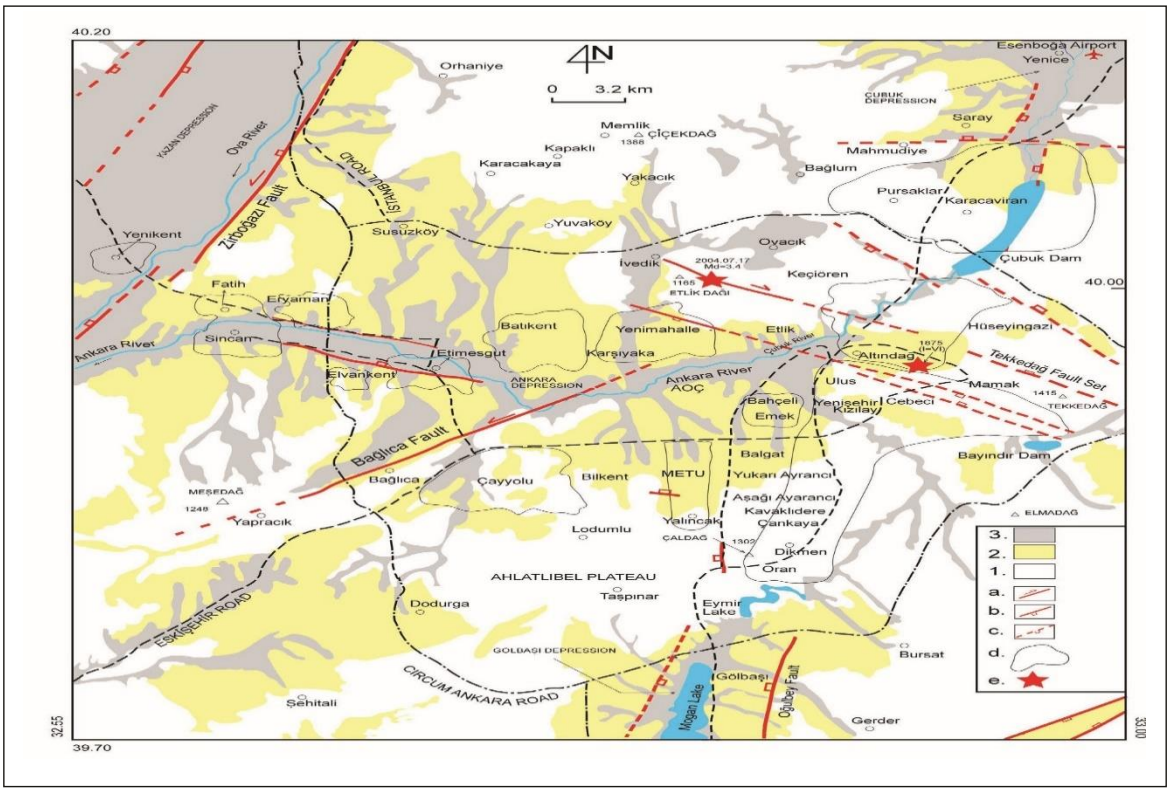
Şekil 1.2: Ankara çevresi fay haritası



Şekil 1.3: Ankara için ana deprem kaynak bölgeleri

ANKARA İLİ JEOLOJİK FORMASYONLAR

Ankara zemininin jeolojik formasyonlarından kısaca bahsetmek gerekirse aşağıda bulunan harita üzerinden bu formasyonları ifade edelim. Beyaz ile gösterilen zeminler kaya zeminler olmakla birlikte bu tür zeminler oldukça sağlam zeminlerdir ve deprem esnasında kuvvetli yer hareketini büyütmeyeceğini bildiğimiz zeminlerdir. Sarı ile gösterilen zeminler deprem etkisini kısmen de olsa büyütebilecek zeminlerdir. Gri ile gösterilen alanlar ise alüvyon veya pekişmemiş aynı zamanda bazı mevsimlerde suya doygun hale gelebilen zeminler olduğu için kuvvetli yer hareketini büyütebilecek zeminlerdir. Kırmızı çizgiler aktif fayları göstermektedir. Özetlemek gerekirse Ankara ili ve çevresinde yaklaşık olarak 200 kilometre çaplı dairesel alan içerisinde deprem büyüklüğü 6-6,5 arasında ya da bu değerlerin üzerinde deprem üretecek aktif faylar bulunmaktadır. Ankara'nın dolaylı etki altında görünüyor olması durumun önemsiz olduğu yanılgısına neden olabilir. Ancak Ankara zemini kuvvetli yer hareketini büyütecek bir zemin olduğu için bu durum tehlike arz etmektedir. Ankara zeminini yaklaşık olarak %50 si bu tür formasyonlar üzerine kuruludur.



Şekil 1.4: Ankara zemininin jeolojik formasyon haritası

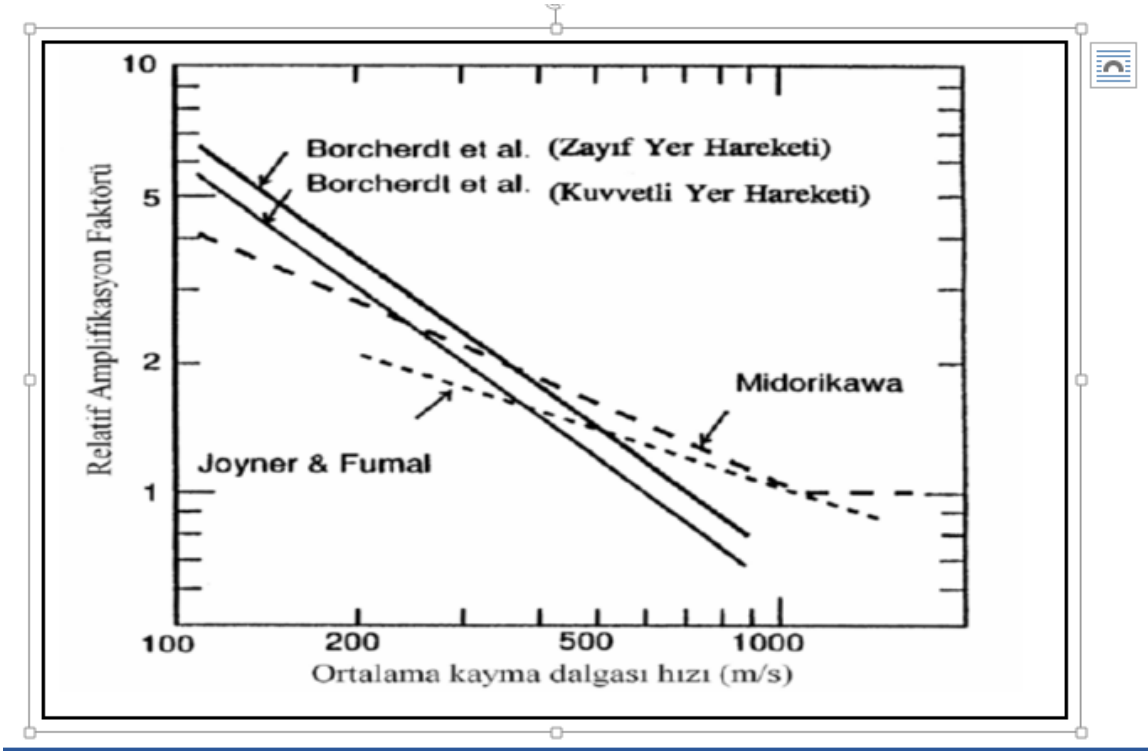
ÖRNEK SAHA ÇALIŞMASI

Yüzeye yakın tabakaların kayma dalgası hızları bir arazinin sismik büyütmesi için yararlı bir indeks olarak kabul edilmektedir. Ankara zemininde yapılan bir saha çalışması raporuna göre kayma dalgası hızı ve zemin parametreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir ve farklı araştırmacılar tarafından önerilen, bağıl büyütme ile yüzeye yakın tabakaların ortalama kayma dalgası hızı arasındaki korelasyonlar gösterilmiştir. Bu ilişkiler baz alınarak kayma dalgası hızı göz önünde bulundurularak zemin büyütmesi hakkında yorumlar yapılmıştır.

Tablo 1.1: Büyütme oranları ile ortalama kayma dalgası hızı arasındaki korelasyonlar

Araştırmacılar	Eşitlikler
Midorikawa (1987)	$A = 68V_1^{-0.6}$ ($V_1 < 1100$ m/sn) $= 1.0$ ($V_1 > 1100$ m/sn)
Joyner&Fumal (1984)	$A = 23V_2^{-0.45}$
Borcherdt vd.(1991)	$AHSA = 700/V_1$ (zayıf hareket için) $= 600/V_1$ (kuvvetli hareket için)

A: Zemindeki en büyük hız için bağıl büyütme faktörü
AHSA: 0.4 ~ 2.0 s periyod aralığında ortalama yatay spektral büyütme
V_1: 30 m derinlik içersindeki ortalama kayma dalgası hızı (m/sn)
V_2: Bir saniye periyodlu dalga için ¼ dalga boyu derinliğe kadar ortalama kayma dalgası hızı (m/s)

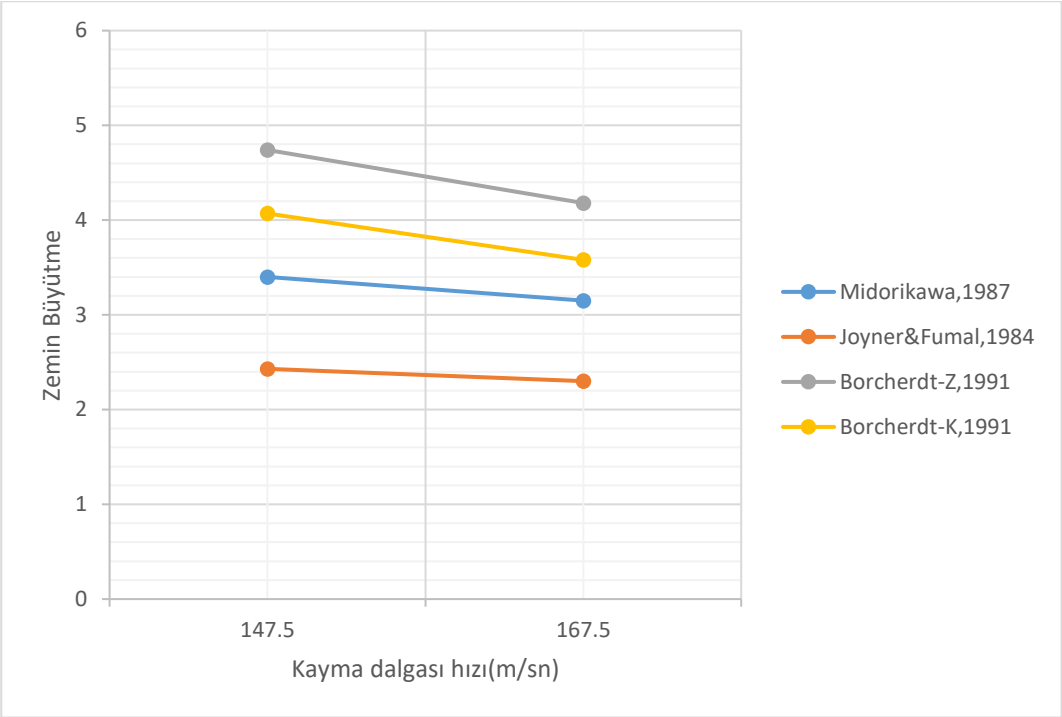


Şekil 1.5: Bağıl büyütme faktörlerinin karşılaştırılması

Tablo 1.2 de özellikleri verilen saha örneği Ankara ilinde Sıhhiye semti ve Bilkent semtinde ölçülen kayma dalgası hızı değerleri göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Sıhhiye semtinde ölçülen kayma dalgası hızı değeri (V_s) 147,5 m/sn iken Bilkent semtinde semtinde ölçülen kayma dalgası hızı değeri (V_s) 167,5 m/sn bulunmuştur. Bunun sonucunda elde edilen değerler ve oluşturulan grafik aşağıda verilmiştir.

Tablo 1.2: Kayma dalgası hızına göre zemin büyütme değerleri

Kayma dalgası hızı(m/sn)	Midorikawa, 1987	Joyner&Fumal, 1984	Borcherdt-Z, 1991	Borcherdt-K, 1991
147,5	3,4	2,43	4,74	4,07
167,5	3,15	2,3	4,18	3,58



Şekil 1.6: Zemin büyütme ve kayma dalgası hızı değerlerinin karşılaştırılması

Bu çalışma kapsamında hesaplanan kayma dalgası hızı-zemin büyütme bağıntılarının, Midorikawa, Joyner&Fumal , Borcherdt tarafından önerilen bağıntılarla karşılaştırılması grafikte görülmektedir. Büyütme değerlerinin hesaplanmasında 30 m derinlikteki ortalama kayma dalgası değeri dikkate alınmıştır. Borcherdt (1991) yöntemiyle analiz sonucu elde edilen büyütme değeri, diğer araştırmacıların bağıntıları kullanılarak bulunan değerlere göre daha yüksek sonuç vermektedir. Joyner&Fumal tarafından geliştirilen bağıntılarla bulunan sonuçlar ise en düşük değerleri vermektedir. Ansal ve diğ. (2003) büyütme değerine göre tehlike düzeyi ölçütü oluşturmuş ve 2.5 değerine kadar olan büyütmeleri düşük tehlike düzeyi, 2.5-4 arası büyütmeleri orta tehlike düzeyi ve 4.0'den büyük büyütme değerlerini yüksek tehlike düzeyi olarak tanımlamışlardır. Bu ifadeler sonucunda Borcherdt'in bağıntısına göre her iki semt de yüksek risk taşıyan bölgeye girmektedir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ankara 6,5 ve üzerinde deprem üretme potansiyeline sahip faylarla çevrilmiştir ancak doğrudan kaynağın üzerinde bulunmamaktadır. Ankara her ne kadar doğrudan aktif deprem üretecek kaynağın üzerinde bulunmasa da çevresindeki faylarda meydana gelecek yıkıcı depremlerden etkilenecektir. Buradan yayılacak olan enerji Ankara'nın altındaki zeminde kuvvetli yer hareketini büyüteceğinden bu zemin büyütmesine maruz kalacak zemin üzerine inşa edilmiş olan yapılar deprem tehlikesine açık bulunmaktadır. Ancak tehlikenin boyutu, önlem alınmalı mı hususu bir tartışma konusudur.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Verilen özet bilgilerden sonra anlaşılmaktadır ki Ankara il merkezinin yaklaşık %50 si kuvvetli yer hareketini büyütme özelliğine sahip zemin üzerine kuruludur. Kent alanının önemli bir kısmı Genç Pliyosen-Erken Kuvaterner yaşlı göl çökelleri ile Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yaşlı nehir terasları gibi zayıf zeminden meydana gelmektedir. Ankara il merkezi altında bulunan zeminin oldukça büyük bir kısmı su aldığında şişme, kuruduğunda ise çekme-daralma özelliğine sahiptir. Bu yüzden yıkıcı bir depremde ($M_w \geq 6,5$) ciddi bir hasar ortaya çıkaracaktır.

Bunun için deprem yönetmelikleri bu hassasiyet ile hazırlanmalı, bu yönetmeliklere kesinlikle uyumalıdır. Ankara ili ve çevresini kapsayacak bir şekilde Deprem Risk Haritaları oluşturulmalı ve gerekli analizler yapılmalıdır. Ayrıntılı bir şekilde mikro bölgeleme çalışmaları yapılmalı ve problemli alanlar belirlenerek gerekli önlemler alınmalıdır.

TEŞEKKÜR

Çalışmamın tamamlanmasında yol gösterici olan tüm hocalarıma, arkadaşlarıma özellikle yüksek lisans arkadaşım sevgili Yusuf Yaşar'a teşekkür ediyorum.

KAYNAKÇA

Aydın, K.,2010, Ankara Metro Güzergahlarında Spt-Vs Korelasyonu Üzerine Bir Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.

Beliceli, A., 2006, Eskişehir Yerleşim Yeri Zeminin Büyütme Etkisinin Makaslama Dalga Hızına (Vs) Bağlı Olarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Balıkesir.

Dowding, H.C., 1996, "Construction Vibrations", Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Joyner,W.B.&Fumal,T. (1984) "Use of Measured Shear-wave Velocity for Predictive Geological Site Effectson Strong Motion", Proc. 8th World Conf. on Earthquake Engineering.

Midorikawa,S. (1987) "Prediction of Isoseismal Map in Kanto Plain due to Hypothetical Earthquake" Journal of Structural Dynamics, (33B) pp:43-48

Pampal, S., Özmen, B., Ankara'nın Deprem Tehlikesi Ve Riski Çalıştayı Bildirileri Kitabı, 172 sayfa, Ankara.

Yalçınkaya, E.,Zemin Neden Bu Kadar Önemli?, www.jeofizik.org.tr

➢ *ORAL PRESENTATION*

Investigation of the effect of deep cryogenic heat treatment on surface hardness and friction coefficient of Ti-5553 alloy under dry sliding wear conditions

Emre Altaş[1*] (*ORCID: https://orcid.org 0000-0002-9296-8881*)

[*1]Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Architecture and Design, Bartın University, Bartın, Turkey.

*Corresponding author e-mail: emrealtas@bartin.edu.tr

Abstract
In this study, deep cryogenic heat treatment (-145 °C) was applied to the Ti-5553 alloy in order to increase the surface hardness due to the high effect of hardness on the wear resistance of the material. Before the wear tests, metallurgical characterization and surface hardness measurements were made. The cryogenic heat treatment was carried out for 24 hours and then bring back to room temperature for a period of 6 hours followed by the tempering at 200 °C for 2 hours. Wear studies were performed in dry conditions at two different loads (5 and 10N) and constant shear rates (20 mm/s). Abrasion tests were performed by using 6 mm diameter WC balls in a ball-on-disc type wear device and reciprocating dry sliding process. We have concluded that the deep cryogenic heat treatment parameters significantly affect the mechanical properties of the Ti-5553 alloy. According to the wear test results, the friction coefficient was highest in the sample that was not cryogenic heat treated under 10N load (CPUnapplied) and the lowest in the sample that applied deep cryogenic heat treatment (-145 °C) under 5N load.
Keywords: Cryogenic heat treatment, Ti-5553 alloy, Dry sliding wear, Hardness, Friction coefficient of.

1. INTRODUCTION

Titanium alloys are widely used in many industrial, aerospace, and biomedical fields as they have excellent mechanical properties, higher specific strength than stainless steel, and better corrosion resistance than stainless steel. Ti-5553 alloy materials are used in aircraft landing gears in the aviation industry, especially in Boeing 787 and Airbus A380 aircraft (Nouari and Makich 2013). The percentage usage rates of these materials in Boeing aircraft, aircraft engines, and fuselage parts are 18 and 36%, respectively (Peters, Kumpfert et al. 2003). The usage rate of Ti alloy materials has increased in Boeing 787, one of Boeing's new serial aircraft. The main reason for this is some important properties of Ti alloy materials such as maintaining their strength under high temperatures, being light, having high resistance to corrosion, and fatigue resistance. The mentioned properties enable these materials to be used in aviation and aircraft, in the most critical places such as aircraft engines and landing gear. In addition to these superior properties, titanium alloys also have some negative features such as limited wear resistance, difficulty in forming, and high cost. It is thought that the cryogenic heat treatment of the titanium alloy may contribute to the resolution of some of the above-mentioned negative aspects (Germain, Morel et al. 2013, Braham-Bouchnak, Germain et al. 2015).

Although Ti-5553 alloy shows high performance in a corrosion environment, it shows low performance in environments subject to wear due to its mechanical properties. Conventional heat treatment methods, mechanical surface treatments, and cryogenic heat treatment can be applied to impart high wear resistance to the Ti-5553 alloy material. In all methods, it is expected that the wear resistance will increase depending on the increase in the hardness of the material. Cryogenic heat treatment attracts attention as an effective method to increase the hardness, wear resistance, and service life of materials (Weng, Gu et al. 2020, Altas, Altin Karatas et al. 2021). Compared to conventional heat treatment and cryogenic heat treatment, cryogenic heat treatment affects the entire structure of the material (Kumar, Nagaraj et al. 2018). Cryogenic heat treatment especially affects unstable and metastable materials in the internal structure, contributing to the structure becoming more stable and regular. With this method, the conversion of residual austenite into martensite, the formation of fine carbide precipitates, and homogeneous Fe-C distribution in the conventional heat treated material. Thus, serious improvements are achieved in the mechanical properties of materials such as hardness and wear resistance. In this way, not only surface hardening can be achieved, but also a homogeneous hardness in the entire internal structure (Kumar, Nagaraj et al. 2018). In addition, the problem of increased surface roughness seen in mechanical surface treatments (such as ball forging) is not seen in cryogenic processing. To

minimize this situation caused by wear and corrosion, especially in systems that are in direct contact, the hardness of the material surfaces should be increased (Morón, Hernández-Onofre et al. 2020). The high corrosion resistance of the Ti-5553 material makes it an important alternative. However, it is difficult to prevent material loss due to low wear resistance. For this reason, it is necessary to investigate the increase in hardness and wear resistance of Ti-5553 alloy material.

In the literature, there are different studies on improving the surface properties of titanium alloys with different methods, examining many different properties such as manufacturability, properties, corrosion resistance, biocompatibility, and characterizing the changes in their structures. Heat treatments are applied to titanium alloys and the effects of these heat treatments on material properties are widely known. However, studies on the cryogenic heat treatment of titanium alloys and the effect of cryogenic heat treatment on the properties of titanium alloys have been found to be quite limited. Although the effects of cryogenic heat treatment on tool steels are widely researched, studies on non-ferrous materials seem to be more limited. (Senthilkumar and Rajendran 2011, Senthilkumar and Rajendran 2012, Çiçek, Kara et al. 2015, Katoch, Sehgal et al. 2016).

When the original value of this study was examined in the literature, it was determined that there was no study examining the change of surface hardness and friction coefficient as a result of dry sliding wear of Ti-5553 alloy, which applied deep cryogenic treatment. In order to fill this gap in the literature, in this study, the effects of surface hardness and friction coefficient as a result of dry sliding wear were investigated by applying deep cryogenic heat treatment to Ti-5553 alloy.

2. EXPERIMENTAL MATERIAL AND METHOD

2.1 Material used in the experiments

Ti-5553 alloy was used as a workpiece in experimental studies. The chemical composition of the sample used as a workpiece in the experiment is given in Table 1.

Table 1. Chemical composition of Ti-5553 alloy (% by weight).

Al	V	Mo	Cr	Fe
5.532	4.96	5.09	2.96	0.34

2.2 Application of Cryogenic Heat Treatment

Deep cryogenic heat treatment (at 145 °C) was applied to increase the surface hardness of the Ti-5553 alloy, as the hardness has a high effect on the wear resistance of the material together with the corrosion resistance. A sample of 20x20x5 mm was used as a workpiece in the experiments. The deep cryogenic heat treatment applied to the Ti-5553 sample was carried out in a specially designed computer-controlled cryogenic processing unit. In order to prevent thermal shocks that may occur during heat treatment and micro-cracks that may occur in the microstructure, gradual cooling and heating, and cryogenic treatment were performed. The samples were cooled to -145°C for 6 hours. The samples, which reached -145 °C temperature values, were kept at this temperature for 24 hours. After processing, the samples gradually reached room temperature over 6 hours. After cryogenic heat treatment, the samples were subjected to tempering. With the applied tempering process, the formation of homogeneous carbide structure in the samples and thus minimization of the internal stresses were aimed. The tempering process was applied for 2 hours at 200 °C, taking the literature studies as an example (Altas, Altin Karatas et al. 2021, Altas, Erkan et al. 2022).

2.3 Hardness Measurements

Surface hardness values of Ti-5553 samples after cryogenic heat treatment were measured in micro dimension by the Vickers method. It was made by taking the average of 5 different measurements from the outermost surface to the center for each sample with the QNESS Q10 A microhardness measuring device. Measurements were made for 10 seconds and under a load of 100 grf.

2.3 Wear Tests

Wear tests were carried out in dry conditions at two different loads (5 and 10N) and constant shear rates (20 mm/s). Abrasion tests were performed using a reciprocating dry sliding process using 6 mm diameter WC balls in a ball-on-disc type wear device (Turkyus). The friction coefficient values were recorded simultaneously during the test by means of the software of the device. Thus, the changes in the friction coefficients of the samples depending on the load and the cryogenic heat treatment temperature were investigated. Wear test parameters are given in Table 2.

Table 2. Wear tests test parameters

Sample	Load (N)	Cryogenic heat treatment	Sliding speed (mm/s)	Test duration (min)
Ti-5553	5 10	CPUnapplied -145 ºC	20	30

3. EXPERIMENT RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Hardness Measurements

It is expected that the wear resistance of the materials will increase with the increase of the surface hardness values. (Kondul and Cetin 2022). At the same time, high hardness values increase the fatigue life of the materials. According to Figure 1, the hardness values of the deep cryogenic heat treated samples increased. The lowest surface hardness value (374 HV) was obtained in the non-cryogenic heat treated (CPUnapplied) sample, while the highest surface hardness value (442 HV) was obtained in the materials that underwent deep cryogenic heat treatment. An 18% increase in the hardness value of the deep cryogenic heat treated sample was observed compared to the sample without cryogenic heat treatment. The results are consistent with the literature. This improvement can be attributed to the conversion of residual austenite to martensite (Akincioğlu, Gökkaya et al. 2015, Altas, Altin Karatas et al. 2021). Akhbarizadeh et al., in their study, stated that the high hardness of shallow cryogenically processed samples was due to the decrease in the amount of residual austenite. In addition, in deep cryogenically treated samples, residual austenite elimination, high chromium carbide percentage, and homogenized chromium carbide distribution caused a further increase in hardness (Akhbarizadeh, Shafyei et al. 2009). Another reason for the increase in hardness is the increase in the number of grain boundaries as the grain size decreases. Having many grain boundaries prevents the planes (dislocations) in the grain structure of the material from slipping over each other. This situation increases the mechanical properties of the materials and thus the hardness values (Katoch, Sehgal et al. 2016, Kumar, Nagaraj et al. 2018).

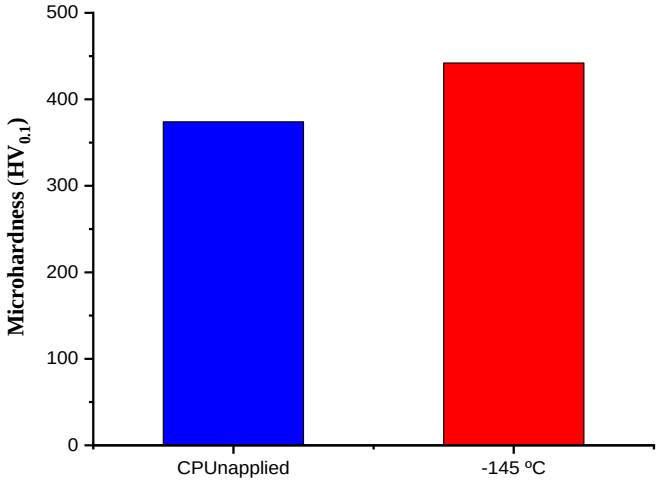


Figure 1. Microhardness values of samples with different heat treatment

3.2 Effect of Cryogenic Heat Treatment on Coefficient of Friction

Friction energy occurs between two surfaces in contact with each other, due to the sliding speed and load effect. The friction energy generated at the surface roughness points that are in contact with each other causes plastic deformations on the material's surface (Gu, Wang et al. 2014). The effect of cryogenic heat treated Ti-5553 alloy on wear resistance was evaluated in terms of friction coefficient. The friction coefficient values were measured in the wear tests performed under two different load and dry sliding conditions, and the friction coefficients and average values recorded during the test are given in Figure 2. The friction coefficient of the non-cryogenic heat treated sample was higher than the cryogenically treated samples. The relationship between cryogenic heat treatment and the coefficient of friction can be explained by the surface hardness and roughness of the cryogenic heat treated samples. Examining the effect of cryogenic heat treatment on the tribological properties of the sample, Podgornik et al. (Podgornik, Leskovšek et al. 2009) and Senthilkumar et al. (Senthilkumar and Rajendran 2011) stated in their studies that a low coefficient of friction was obtained thanks to the high surface hardness obtained by the cryogenic process. During the wear tests, the friction coefficient between the abrasive ball and the samples shows an increase in the first place. It then goes through a transitional phase and gradually turns into a steady state. In this transitional phase, a decrease in the coefficient of friction is observed. It can be said that the decrease in the friction coefficient is that the surfaces in contact with each other make the surfaces smoother during sliding. After this situation, an increase in the coefficient of friction is observed again as the wear particles enter between the sliding surfaces. The phenomenon described above is described in detail by Grairia et al. It has been discussed by (Grairia, Beliardouh et al. 2018).

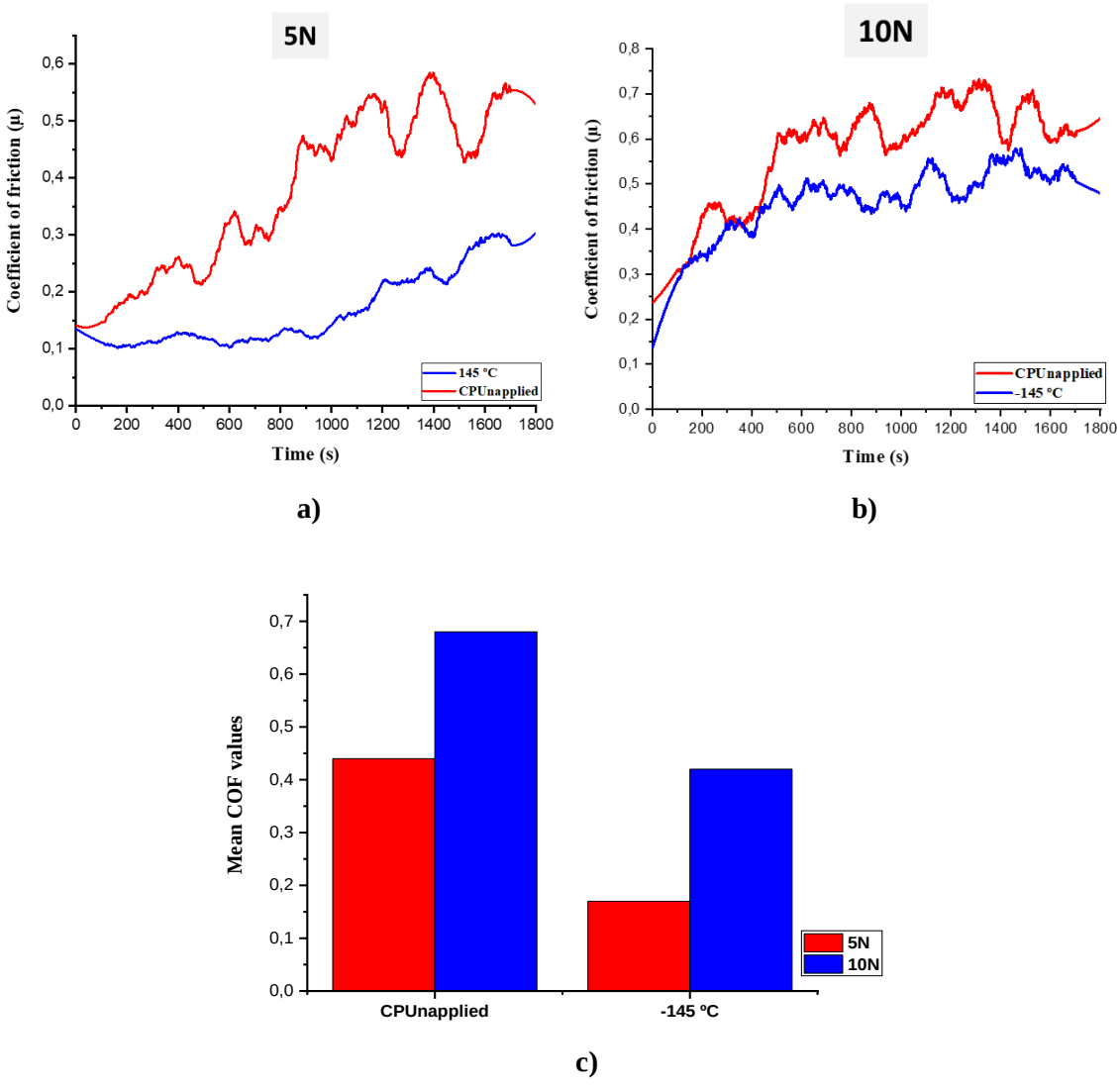


Figure 2. COF graphs of Ti-5553 samples obtained under different loads before and after cryogenic heat treatment.

4. CONCLUSIONS

Although the Ti-5553 alloy with high corrosion resistance shows high performance in a corrosion environment, it shows low performance in environments subject to abrasion due to its mechanical properties. Within the scope of the study, the effects of cryogenic heat treatment applied to the Ti-5553 alloy material on the hardness and friction coefficient of the material were investigated, and the results of the experimental studies are given below:

- The hardness of the Ti-5553 alloy (374 HV) increased by 18% (442 HV) as a result of deep cryogenic heat treatment.
- A low friction coefficient has been obtained thanks to the high surface hardness obtained as a result of deep cryogenic heat treatment.
- In the wear test, the friction coefficient was highest in the sample that did not undergo cryogenic heat treatment under 10N load, and the lowest in the sample that underwent deep cryogenic heat treatment under 5N load.

REFERENCES

Akhbarizadeh, A., A. Shafyei and M. Golozar 2009. Effects of cryogenic treatment on wear behavior of D6 tool steel. Materials & Design 30(8): 3259-3264.

Akincioğlu, S., H. Gökkaya and İ. Uygur 2015. A review of cryogenic treatment on cutting tools. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 78(9): 1609-1627.

Altas, E., M. Altin Karatas, H. Gokkaya and Y. Akinay 2021. Surface Integrity of NiTi Shape Memory Alloy in Milling with Cryogenic Heat Treated Cutting Tools under Different Cutting Conditions. Journal of Materials Engineering and Performance.

Altas, E., O. Erkan, D. Ozkan and H. Gokkaya 2022. Optimization of Cutting Conditions, Parameters, and Cryogenic Heat Treatment for Surface Roughness in Milling of NiTi Shape Memory Alloy. Journal of Materials Engineering and Performance: 1-13.

Braham-Bouchnak, T., G. Germain, A. Morel and B. Furet 2015. "Influence of high-pressure coolant assistance on the machinability of the titanium alloy Ti555–3. Machining Science and Technology 19(1): 134-151.

Çiçek, A., F. Kara, T. Kıvak, E. Ekici and I. Uygur 2015. Effects of deep cryogenic treatment on the wear resistance and mechanical properties of AISI H13 hot-work tool steel. Journal of Materials Engineering and Performance 24(11): 4431-4439.

Germain, G., A. Morel and T. Braham-Bouchnak 2013. Identification of material constitutive laws representative of machining conditions for two titanium alloys: Ti6Al4V and Ti555-3. Journal of Engineering Materials and Technology 135(3).

Grairia, A., N. E. Beliardouh, M. Zahzouh, C. Nouveau and A. Besnard 2018. "Dry sliding wear investigation on tungsten carbide particles reinforced iron matrix composites." Materials Research Express 5(11): 116528.

Gu, K., J. Wang and Y. Zhou 2014. Effect of cryogenic treatment on wear resistance of Ti–6Al–4V alloy for biomedical applications." journal of the mechanical behavior of biomedical materials 30: 131-139.

Katoch, S., R. Sehgal and V. Singh 2016. Effect of cryogenic treatment on the tribological behaviour of H11 hot die steel dry sliding against D3 steel. Tribology-Materials, Surfaces & Interfaces 10(4): 185-195.

Kondul, B. and M. H. Cetin 2022. Increasing the wear resistance of railway switches with boron coating and analysis of tribological performance by ANOVA method. Wear 488: 204132.

Kumar, S., M. Nagaraj, N. K. Khedkar and A. Bongale 2018. Influence of deep cryogenic treatment on dry sliding wear behaviour of AISI D3 die steel. Materials Research Express 5(11): 116525.

Morón, R., I. Hernández-Onofre, A. Contla-Pacheco, D. Bravo-Bárcenas and I. Campos-Silva 2020. Friction and reciprocating wear behavior of borided AISI H13 steel under dry and lubricated conditions." Journal of Materials Engineering and Performance 29(7): 4529-4540.

Nouari, M. and H. Makich 2013. Experimental investigation on the effect of the material microstructure on tool wear when machining hard titanium alloys: Ti–6Al–4V and Ti-555. International Journal of Refractory Metals and Hard Materials 41: 259-269.

Peters, M., J. Kumpfert, C. H. Ward and C. Leyens 2003. Titanium alloys for aerospace applications." Advanced engineering materials 5(6): 419-427.

Podgornik, B., V. Leskovšek and J. Vižintin 2009. Influence of deep-cryogenic treatment on tribological properties of P/M high-speed steel. Materials and Manufacturing Processes 24(7-8): 734-738.

Senthilkumar, D. and I. Rajendran 2011. Influence of shallow and deep cryogenic treatment on tribological behavior of En 19 steel. Journal of Iron and Steel Research, International 18(9): 53-59.

Senthilkumar, D. and I. Rajendran 2012. Optimization of deep cryogenic treatment to reduce wear loss of 4140 steel. Materials and Manufacturing Processes 27(5): 567-572.

Weng, Z., K. Gu, C. Cui, H. Cai, X. Liu and J. Wang 2020. Microstructure evolution and wear behavior of titanium alloy under cryogenic dry sliding wear condition. Materials Characterization 165: 110385.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Ductal Carcinoma in the Mammary Gland of a Tabby Cat: Case Report

Funda Terzi[*1] (ORCID: *https://orcid.org/*0000-0002-6184-5408)

[*1] Kastamonu University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pathology, Kastamonu, Turkey.

*Corresponding author e-mail: fundaterzi@kastamonu.edu.tr

Abstract

Ductal carcinoma is a neoplasm that differentiates in the interlobular ducts.The neoplastic cell population has numerous anisokaryosis, anisocytosis, and mitotic figures and is arranged into cords and tubules that surround the slit-like lumen and are usually covered by a double membrane.
In this case report, the owner of the animal detected a mass the size of a hazelnut in the third left mammary lobe of a 9-year-old Tabby cat. A mass the size of an apple was removed from the left mammary lobe of the cat, which was brought to the Animal Care Home 1 month later, using the mastectomy method. The mass was brought to the Pathology laboratory in a 10% formaldehyde solution. Then, routine tissue follow-up was performed and paraffin was blocked. 5 µm thick sections were taken from paraffin blocks in a microtome device and stained according to the hematoxylin-eosin staining method. Microscopically, multiple anisocytosis, anisokaryosis, and mitotic figures were found in ductal epithelial cells, and hyperchromatic nuclei, increased nucleoli, and giant nuclei formations were observed. Additionally, foci of necrosis were determined.
As a result; Atypical cell formations were detected in feline mammary gland ductus epithelial cells and evaluated as ductal carcinoma. It is thought that tumor biomarkers should be investigated by molecular methods in feline breast cancers.

Keywords: Ductal Carcinoma, Mammary, Tabby Cat.

INTRODUCTION

Mammary neoplasms are very common in dogs, cats and humans and are known to be rare in most other species. Mammary tumors in dogs and cats are directly related to ovariectomy and the age at which it is performed, mammary neoplasms are less common in cats, and the incidence of mammary tumors overall is low compared to dogs (Goldschmidt et al., 2016). Feline mammary carcinomas (FMCs) are the third most common type of neoplasm in cats and the majority (90%) are malignant (MacEwen 1990; Thomas 2015). FMCs are usually quite aggressive, infiltrative and metastatic (Hughes and Dobson 2012). The etiology of FMCs is unknown, but reported risk factors include sex, breed, age, hormone exposure, and reproductive status (Hayes Jr et al., 1981; Misdorp et al., 1991). The World Health Organization's histological classification of feline mammary tumors scores for tubule formation, nuclear pleomorphism, and mitotic count (Castagnaro et al., 1998). In addition, new morphological categories such as ductal and intraductal papillary tumors and carcinoma and malignant myoepithelioma have been added(Zappulli et al., 2013).

The ductal system starts from the collecting (papillary) ducts of the nipple and ends with the secretory alveoli when the gland is completely differentiated. Increased progesterone level during diestrus and pregnancy induces further development of ducts, formation of lobules and alveoli (lobuloalveolar unit). (Goldschmidt et al., 2016). In ductal adenoma, the neoplastic mass is usually found in the lumen (or lumens) of an ectatic duct (or ducts). Ductal carcinomas, on the other hand, are the malignant character of ductal adenoma that differentiate into interlobular channels (Goldschmidt et al., 2011).

MATERIALS AND METHODS

The owner of the animal detected a mass the size of a hazelnut in the third left mammary lobe of a 9-year-old Tabby cat. A mass the size of an apple was removed from the left mammary lobe of the cat, which was brought to the Animal Care Home 1 month later, using the mastectomy method. The mass was brought to the Pathology laboratory in a 10% formaldehyde solution. Then, after the tissues were trimmed, the alcohols (70%, 80%, 90%, 96%, and 100%) in the tissue tracking device were passed through the xylol series, and the tissues were blocked with paraffin. Tissue samples cut with a thickness of 5 µm from these blocks with a microtome were opened in a hot water bath (37^0 C) and placed on slides. The sections were deparifinized in Xylene series, kept in a decreasing grade alcohol series (100%, 96%, 80%, 70%) and then washed in tap water. Then it was stained in hematoxylin solution for 3 minutes. It was washed in tap water for 2 minutes, dipped once in 1% acid alcohol solution, and then washed and kept in alcoholic eosin solution for 1 minute.
After washing in tap water, they were dehydrated from graded alcohols (96%, 96%, 100%, 100%) for 1 minute and kept in 3 separate xylols for 5 minutes. Finally, sections extracted from xylol were closed with entellan.

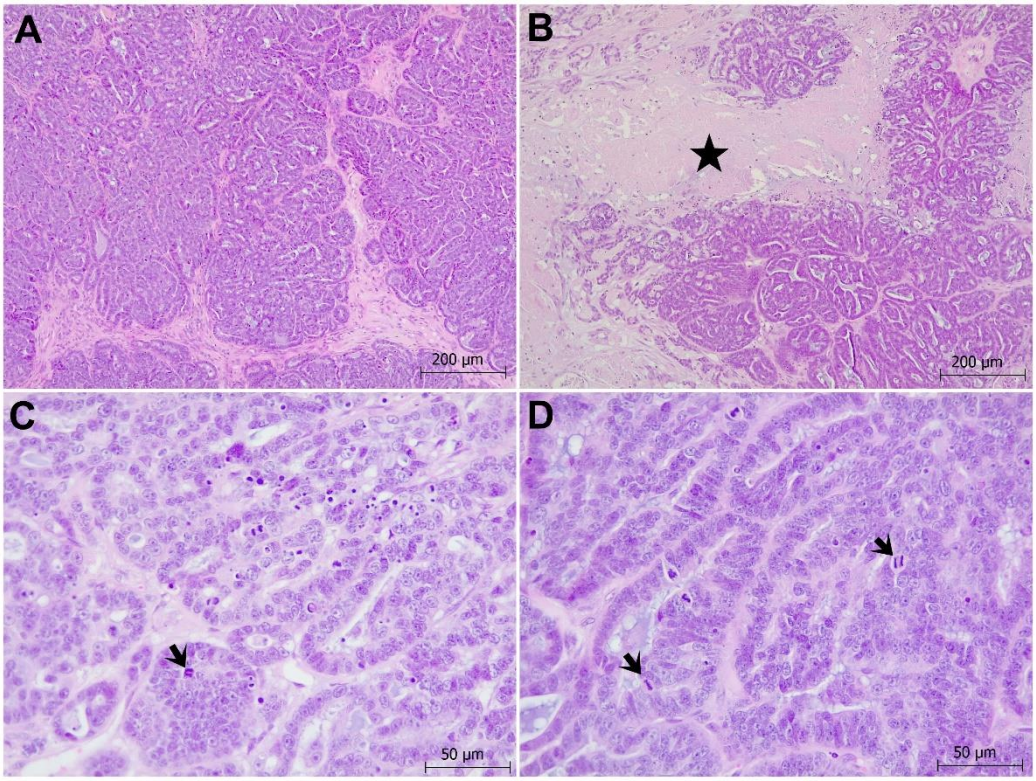


Figure 1. A. Ductal carcinoma, mammary gland, cat. H&E.Bar: 200µm**. B.** Ductal carcinoma ve nekroz (yıldız), mammary gland, cat. H&E.Bar: 200µm**.C-D.** Anisokaryosis, aniostosis, plomorphism in the ductus epithelium, mitotic figure (black arrow), mammary gland, cat. H&E.Bar:50µm.

RESULTS and DISCUSSION

Mammary tumors are the most commonly diagnosed feline neoplasm, with the vast majority (unlike dogs) malignant (Thomas 2015). The biological behavior of mammary tumors is different from that of the dog and is often aggressive, with reported malignancy rates close to 90% (Hayes and Mooney 1985). Mammary tumors usually occur in older female cats (mean age 10–12 years) (Moulton 1990). Mammary tumors have also been reported in male cats (mean age 12.8) (Weijer et al., 1972), but are rare and account for 1-5% of mammary tumors. The mean age of cats with ductal or intraductal papillary neoplasms has been reported to be 11 and 12, respectively (Zappulli et al., 2013). In the case report, ductal carcinoma was detected in a 9-year-old female cat and it is thought that older cats should be examined for breast cancer.

The main mammary tumor in the cat is simple adenocarcinoma, derived from the luminal epithelium of the mammary ducts and alveoli (Morris 2013). Ductal carcinomas are much more malignant and much more aggressive than the adenocarcinoma group (Benjamin et al., 1999). In ductal carcinoma, histopathologically, it is arranged into cords and tubules surrounding the slit-like lumen, often lined with a bilayer of epithelial cells that exhibit significant anisokaryosis and anisocytosis, and there are also numerous mitotic figures (Goldschmidt et al., 2011; Goldschmidt et al., 2016). In the case report, microscopically, multiple anisocytosis, anisokaryosis, and mitotic figures were found in ductal epithelial cells, and hyperchromatic nuclei, increased nucleoli, and giant nuclei formations were observed. Additionally, foci of necrosis were determined. When these findings were evaluated, a tabby cat was also found to have ductal carcinoma.

Cats have four pairs of mammary glands and nipples, arranged in two parallel rows from the ventral chest wall to the groin, with the right and left rows quite clearly separated from each other. According to location, there are anterior (T1 or M1) and posterior thoracic (T2 or M2), anterior (A1 or M3) and posterior abdominal (A2 or M4) mammary glands (Dyulger et al., 2020; Papadopoulou et al., 2009). Tumors located in the caudal mammary glands were detected in 16 (69%) cats, and tumors located in the cranial mammary glands in seven (31%) cats (Borrego et al., 2009). In the study, ductal carcinoma was found in the third left mammary lobe in a Tabby cat.

CONCLUSION

Atypical cell formations were detected in feline mammary gland ductus epithelial cells and evaluated as ductal carcinoma. It is thought that tumor biomarkers should be investigated by molecular methods in feline breast cancers.

REFERENCES

Benjamin S, Lee A, Saunders W 1999 Classification and behavior of canine mammary epithelial neoplasms based on life-span observations in beagles. Veterinary pathology, 36(5): 423-436.

Borrego J, Cartagena J, Engel J 2009 Treatment of feline mammary tumours using chemotherapy, surgery and a COX-2 inhibitor drug (meloxicam): A retrospective study of 23 cases (2002–2007). Veterinary and comparative oncology, 7(4): 213-221.

Castagnaro M, Casalone C, Bozzetta E, De Maria R, Biolatti B, Caramelli M 1998 Tumour grading and the one-year post-surgical prognosis in feline mammary carcinomas. Journal of comparative pathology, 119(3): 263-275.

Dyulger GP, Dyulger PG, Alikhanov O, Sedletskaya ES, Latynina ES, Obukhova ME, Leontieva IL, Bychkov VS, Baimukanov DA 2020 Epidemiology, risk factors and pathomorphological features of mammary tumors in cats. Научный журнал «Вестник НАН РК», (6): 78-84.

Goldschmidt M, Peña L, Rasotto R, Zappulli V 2011 Classification and grading of canine mammary tumors. Veterinary pathology, 48(1): 117-131.

Goldschmidt MH, Peña L, Zappulli V 2016 Tumors of the mammary gland. Tumors in domestic animals: 723-765.

Hayes AA, Mooney S 1985 Feline mammary tumors. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 15(3): 513-520.

Hayes Jr H, Milne K, Mandell C 1981 Epidemiological features of feline mammary carcinoma. The Veterinary Record, 108(22): 476-479.

Hughes K, Dobson J 2012 Prognostic histopathological and molecular markers in feline mammary neoplasia. The Veterinary Journal, 194(1): 19-26.

Macewen EG 1990 Spontaneous tumors in dogs and cats: models for the study of cancer biology and treatment. Cancer and Metastasis Reviews, 9(2): 125-136.

Misdorp W, Romijn A, Hart A 1991 Feline mammary tumors: a case-control study of hormonal factors. Anticancer research, 11(5): 1793-1797.

Morris J 2013 Mammary tumours in the cat: size matters, so early intervention saves lives. Journal of feline medicine and surgery, 15(5): 391-400.

Moulton J, 1990. Tumors of the Mammary Gland, in: Mounon, J. (Ed.), Tumors In Domestic Animals. University of California Press, Los Angeles, p. 547·552.

Papadopoulou P, Patsikas M, Charitanti A, Kazakos G, Papazoglou L, Karayannopoulou M, Chrisogonidis I, Tziris N, Dimitriadis A 2009 The lymph drainage pattern of the mammary glands in the cat: a

lymphographic and computerized tomography lymphographic study. Anatomia, histologia, embryologia, 38(4): 292-299.

Thomas R 2015 Cytogenomics of feline cancers: advances and opportunities. Veterinary Sciences, 2(3): 246-258.

Weijer K, Head K, Misdorp W, Hampe J 1972 Feline malignant mammary tumors. I. Morphology and biology: some comparisons with human and canine mammary carcinomas. JNCI: Journal of the National Cancer Institute, 49(6): 1697-1704.

Zappulli V, Caliari D, Rasotto R, Ferro S, Castagnaro M, Goldschmidt M 2013 Proposed classification of the feline “complex” mammary tumors as ductal and intraductal papillary mammary tumors. Veterinary pathology, 50(6): 1070-1077.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Investigation of the effect of blanching on the drying characteristics of freeze dried salmon

Ezgi Deniz[1,*] (*ORCID:https://orcid.org/0000-0002-9437-9271*), Zehra Ozden Ozyalcin[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6662-5885*), Azmi Seyhun Kipcak[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2068-6065*)

[*1]Yildiz Technical University, Faculty of Chemical and Metallurgical Engineering, Department of Chemical Engineering, Istanbul, Turkey.

*ezgideniz59@gmail.com

Abstract
Salmon fish is regarded as a high quality protein source for human consumption and high in essential amino acids and high Omega-3 fatty acids. In this study, the drying kinetics of salmon (*Salmo salar*) were determined using freeze drying method. Properly sampled salmon slices were blanched with processing times of 1 min and 5 min, respectively. Also a non-blanched sample were prepared for control sample. For the control sample, 1 min and 5 min blanched samples, the moisture contents, which were respectively 2.2646, 1.6048 and 1.2160 kg water/kg dry matter, were reduced to 0.0642, 0.1619 and 0.1573 kg water/kg dry matter × min after freeze drying. As a result of the calculations made in the equations developed according to Fick's second diffusion law, the effective moisture diffusion (D_{eff}) values were found as 3.61×10^{-10}, 4.27×10^{-10}, 5.11×10^{-10} m^2/s for the control sample, 1 min blanched and 5 min blanched samples, respectively.
Keywords: drying kinetics, effective diffusivity, freeze drying, *salmo salar*, salmon.

INTRODUCTION

Atlantic salmon, *Salmo salar*, is a very valuable fish species. Salmon is preferred by most countries in the world. Salmo salar is an important source of beneficial food for human consumption. They contain high-value protein and high levels of omega-3 fatty acids such as EPA (eicosapentaenoic acid) and DHA (docosahexaenoic acid) that are beneficial to human health (Calder, 2014; Cao et al., 2018; Covington, 2004).

After hatching in early summer, salmon fry usually spend 1-5 years in rivers before migrating to the sea where most of the growth occurs (smolt stage). Later, the adults return to their natal rivers to spawn in the fall. While the salmon weighs 50 g or less, it increases to 1-25 kg (45-135 cm overall length) over the years at sea, and some individuals may weigh more than 30 kg when they return to spawn. The Atlantic salmon is embodied in more than 2000 genetically diverse populations distributed in waterways flowing into the North Atlantic Ocean (Forseth et al., 2017; Einum, 2011).

High moisture content facilitates the growth of bacteria and fungi in foodstuffs. Drying reduces the moisture content, thus helping to reduce the growth of bacteria and fungi (EL-Mesery et al., 2022). The deterioration of fish meat can show itself in terms of color, consistency, smell and taste, reduce the quality of the fish and completely eliminate the possibility of consumption afterwards. In general, deterioration in fish meat can be manifested by autolysis, oxidation, bacterial spoilage and the combined activity of these factors (Cetinkaya and Ceylan, 2019).

Drying of foods is one of the oldest preservation methods applied since ancient times. Various food preservation methods have been developed to extend the storage period and to take precautions against spoilage. The preservation methods applied in the food industry include heat treatment, freezing, drying, acid treatment, storage in a gaseous environment, irradiation and preservative addition, among which drying is the most widely used. The purpose of the drying process; is to make the product microbiological, enzymatic and chemically resistant by reducing the water activity (aw) of the environment (Karabacak et al., 2015).

Dried products have become more economical as their small volume allows them to save on packaging, transportation, storage and at the same time have sufficient nutrient concentration. During drying, it is very important to preserve the original physico-chemical properties of the sample as well as other quality parameters. Conventional drying methods have many disadvantages, including prolonged drying times, uneven temperature exposure, and hardening of food materials (Daghooghi-Mobarakeh et al., 2022). Among the many drying techniques, freeze drying (FD) (also known as lyophilization) has become one of the most effective food preservation techniques. It is a method of dehydration based on sublimation that is widely used to increase

the shelf life of food products. In the FD technique, the temperature of the product is lowered below the freezing point and the water is removed by sublimating into water vapor at a pressure lower than the triple point of water. Freeze-dried foods have high porosity, low color, taste, aroma and nutritional degradation as well as good rehydration properties. On the other hand, freeze drying requires a very long drying time and consumes a lot of energy. Therefore, it has been considered the most expensive drying method due to its high operating costs compared to other drying techniques such as hot air drying. Consequently, in order to produce high quality products at lower cost, the foodstuff needs to undergo some pre-treatment prior to the freeze dryer (Waghmarea et al., 2022; Cao et al., 2018 ; Chu et al., 2021). In a study by Crapo et al. (2010), the kinetics of dehydration and processing efficiency were investigated in order to minimize the freeze-drying time of freeze-dried boneless skinless salmon cubes. The physical properties of the final product including bulk density, shrinkage, hardness, color and rehydration kinetics were determined. In conclusion, it has been shown that freeze-dried salmon cubes from each of the 3 Pacific salmon species can be produced with less than 10% moisture content and less than 4% water activity with a freeze-drying time of 9 hours. In a study by Martinez and Labuza (2006), the rates of various degradation reactions, including lipid oxidation, loss of astacene pigment, were investigated in freeze-dried salmon at various relative humidity. In a study was examined the drying characteristics of blanched and unblanched sardine during indoor and open sun drying processes. High drying rates were obtained in all samples at the start of drying and then decreased with increasing drying time. The highest drying rate and effective moisture diffusivity (D_{eff}) were observed in blanched sardine during open sun drying. Blanching treatment adversely affected the color and sensory properties. Indoor drying produced a quality stable product with less lipid oxidation and the desired moisture content, higher polyunsaturated fatty acids and sensory properties (Cyprian et al., 2017).

Although there are various studies on food drying methods in the literature, drying of salmon has rarely been reported. In this study, freeze drying behavior of salmon was investigated and dried using a freeze dryer with and without blanching pretreatment, effective diffusivity values and drying rate were calculated.

MATERIALS AND METHODS

Sample Preparation

Fresh salmon was sourced from a local market in Istanbul, Turkey in 2022. The samples were cut at 32 mm × 32 mm in length and 8 mm in thickness. Each sample was weighed 10 ± 0.05 g with Radwag AS 220.R2 digital balance (Radwag, Radom, Poland). Moisture content was determined using an KH-45 hot air drying oven (Kenton, Guangzhou, China) at 105 °C. Moisture contents were calculated as 69.37%, 61.61% and 54.87% for the samples control sample, blanched for 1 min and blanched for 5 min, respectively. For dry basis, it corresponds to 2.2646, 1.6048 and 1.2160 kg water/kg dry matter, respectively. Experiments were repeated three times for each treatment, and the average of the results obtained was given.

Prepared samples were freeze-dried in Labart LFD-10N model freeze dryer (ART Laborteknik, Istanbul, Turkey). The weight of each sample was recorded every 60 minutes during the experiments. Experiments were terminated when the moisture content fell below 10%. Dried salmon samples are shown in Figure 1. After drying, the samples were sealed in polyethylene bags and stored in a desiccator to prevent moisture absorption.



a. b. c.

Figure 1. Sample images a. control, b. blanched for 1 min and c. blanched for 5 min.

Drying Rates

As the drying process progressed, the moisture content of the sample decreased. During the falling velocity period, moisture diffuses from the inside to the surface by diffusion. This results in mass transfer of moisture by evaporation into the surrounding environment of the product.

The moisture content (M), drying rate (DR) and moisture ratio were calculated via excel during the experiments. And those are calculated according to these equations that are given in (1), (2) and (3) (Kipcak, 2017):

$$M = \frac{m_w}{m_d} \tag{1}$$

$$DR = \frac{M_{t+dt} - M_t}{dt} \tag{2}$$

where M represents moisture content (kg water/kg dry matter), m_w represents water content (kg) and m_d represents dry matter content (kg). DR represents drying rate (kg water/kg dry matter × min), M_{t+dt} represents moisture content at t+dt (kg water/kg dry matter), t represents the time (min).

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e} \tag{3}$$

where MR represents the moisture ratio which is a dimensionless number. M_t represents moisture content at any time, M_e represents equilibrium moisture content and M_0 represents initial moisture content, respectively. In the calculations, M_e is neglected because it is a small amount (Nag and Dash, 2016).

Determination of Effective Diffusivity

The drying of foods occurs as a function of diffusion and in most cases diffusion occurs in the falling rate period (Ozyalcin and Kipcak, 2020). There are a few mathematical models that have been used to describe Fick's second law during the falling rate period and it is shown in the following Equation (4) (Kipcak et al., 2015):

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \nabla\left[D_{eff}(\nabla M)\right] \tag{4}$$

Fick's second law of unsteady-state diffusion equation can be used as a way to find moisture ratio. With an assumption of mass transfer is done by the diffusion only, the diffusion coefficient is constant and shrinkage is negligible, therefore drying process in unsteady thin layer diffusion can be given as shown in the following Equation (5) (Yagcioglu et al., 2007):

$$MR = \frac{8}{\pi^2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{(2n+1)^2}e^{\left(-\frac{(2n+1)^2\pi^2 D_{eff}t}{4L^2}\right)} \tag{5}$$

In those equations D_{eff} represents effective moisture diffusivity (m^2/s), t represents time (s), L represents the half-thickness of samples (m) and n represents a positive integer. This complex equation can be simplified for longer drying periods without much affecting the results, thus accuracy and this equation can be given as shown in Equation (6):

$$MR = \frac{8}{\pi^2}e^{\left(-\frac{\pi^2 D_{eff}t}{4L^2}\right)} \tag{6}$$

When Equation (6) is rearranged by taking the logarithm, then it can be expressed as a linear function. This linear function is given as shown in Equation (7):

$$ln(MR) = ln\left(\frac{8}{\pi^2}\right) - (-\frac{\pi^2 D_{eff} t}{4L^2}) \quad (7)$$

From the slope of the ln(MR) versus t, D_{eff} can be calculated.

RESULTS AND DISCUSSION

Drying Curves

Initial moisture contents were 2.2646, 1.6048 and 1.2160 for control sample, blanched for 1 min and blanched for 5 min, respectively. Samples were dried to the point of 0.0642, 0.1619 and 0.1573 kg water/kg dry matter for the control sample, 1 min blanched and 5 min blanched samples, respectively. The drying process was completed in 540, 300 and 240 minutes for control sample, blanched for 1 min and blanched for 5 min, respectively. The variation of moisture content over time is given in Figure 2. The drying rate-moisture content plot of the freeze drying method is given in Figure 3. It is observed that the drying rate increases with increasing blanching time. Maximum drying rates in freeze-drying are 0.0015, 0.0020 and 0.0022 kg water/kg dry matter×min for control sample, 1 min blanched and 5 min blanched samples, respectively. The falling rate period behavior of drying samples can be easily observed from the drying rate versus moisture content plot.

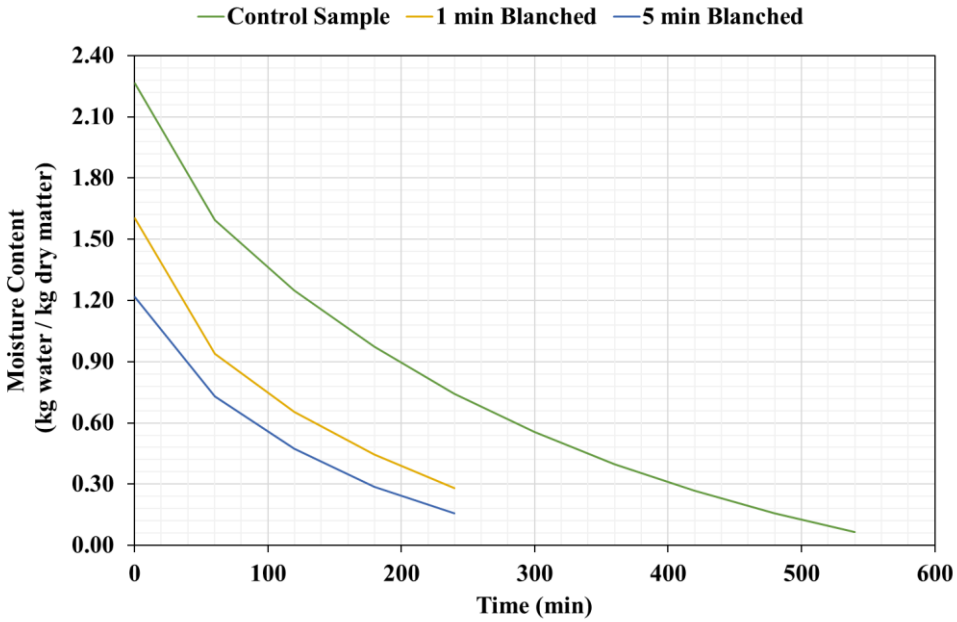


Figure 2. Moisture content versus time graph of freeze dried salmon

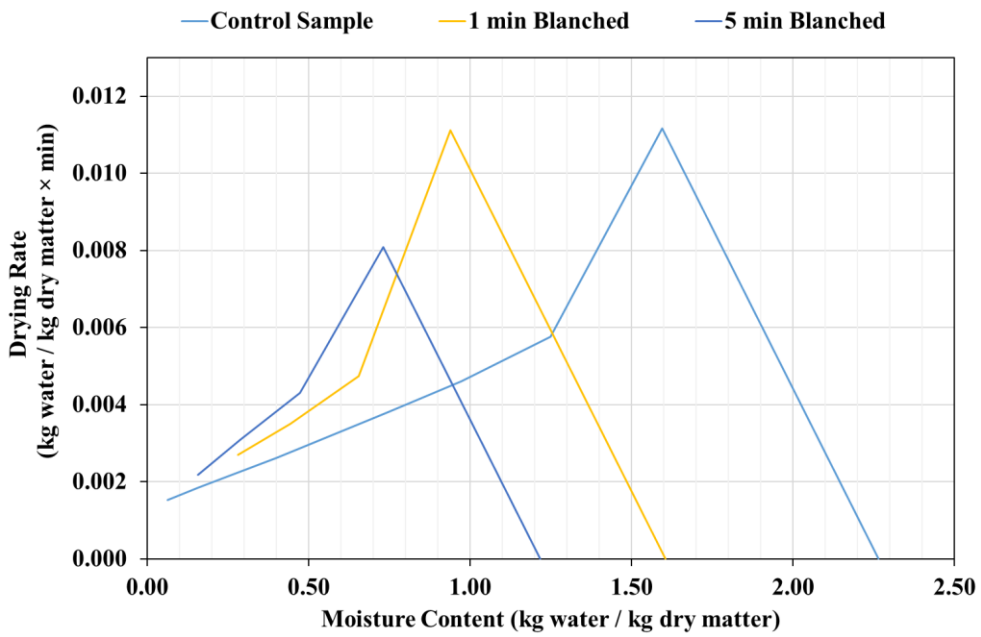


Figure 3. Drying rate curves of freeze dried salmon

Effective Diffusivity Values

From Equation (7) it is known that slope of ln(MR) versus t curve is needed to be able to calculate D_{eff} values. For the freeze dryer, D_{eff} values are 3.61×10^{-10}, 4.27×10^{-10}, 5.11×10^{-10} m^2/s for samples control sample, blanched for 1 min and blanched for 5 min, respectively. The result shows that effective diffusion increases with increasing bleaching time, as seen in Figure 4.

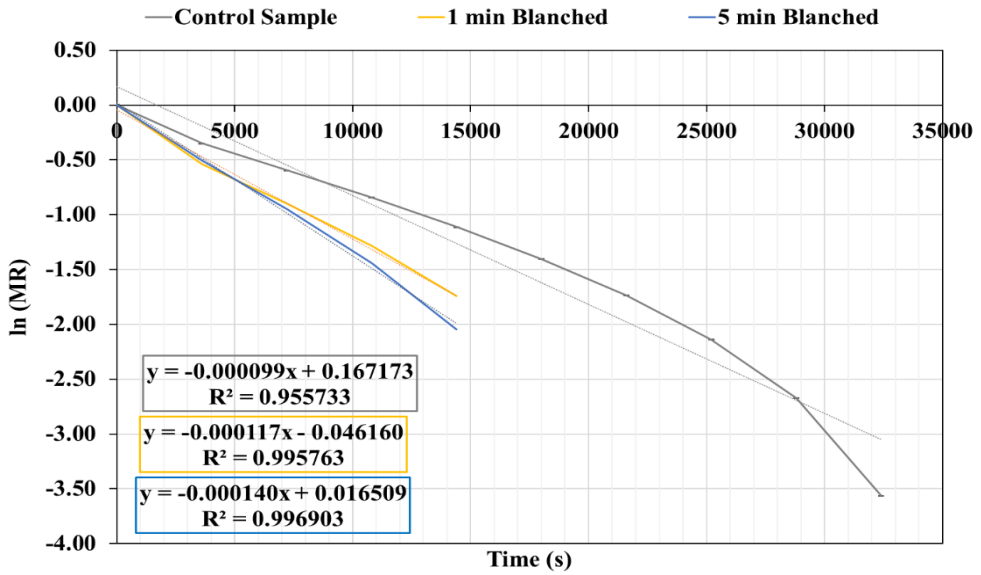


Figure 4. ln(MR) vs time (s) graph of freeze dried salmon

CONCLUSION

In this study, the drying behavior of salmon in the freeze dryer was investigated. Drying kinetics of salmon samples were investigated using experimental data. Drying experiments with freeze dryer were carried out for the samples without blanching, blanched for 1 min and blanched for 5 min. Initial moisture contents of the samples were initially recorded as 2.2646, 1.6048 and 1.2160 kg water/kg dry matter. Moisture contents were noted and drying was carried out until the values were 0.0642, 0.1619 and 0.1573 kg water/kg dry matter for the control sample, 1 min blanched and 5 min blanched samples, respectively. These values were obtained at 540, 300 and 240 minutes for control sample, 1 min blanched and 5 min blanched samples, respectively. As

expected, 5 min blanching was found to be the fastest drying method. It can be concluded that the increased blanching time causes a shortening of the drying time. Effective moisture diffusion values were calculated for the drying processes by using Fick's second law for drying the salmon samples. Effective moisture diffusivities were found to be 3.61×10^{-10}, 4.27×10^{-10}, 5.11×10^{-10} m^2/s for control sample, 1 min blanched and 5 min blanched samples, respectively. The results show that the effective moisture diffusion also increased with the blanching time.

REFERENCES

Calder, PC 2014. Very long chain omega-3 (n-3) fatty acids and human health. European Journal of Lipid Science and Technology, 116: 1280-1300.

Cao X, Zhang M, Mujumdar AS et al. 2018. Effects of ultrasonic pretreatments on quality, energy consumption and sterilization of barley grass in freeze drying. Ultrasonics Sonochemistry, 40: 333-340.

Cetinkaya T, Ceylan Z 2019. Ambalaji acildiktan sonra buzdolabında depolanan iki farkli tutsulenmis balik urununun mikrobiyal kalite degisimlerinin gozlenmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 17: 982-988.

Chu Y, Wei S, Ding Z et al. 2021. Application of ultrasound and curing agent during osmotic dehydration to improve the quality properties of freeze-dried yellow peach (Amygdalus persica) slices. Agriculture, 11: 1069.

Covington MB 2004. Omega-3 fatty acids. American Family Physician, 70: 133-140.

Crapo C, Oliveira ACM, Nguyen G et al. 2010. Development of a method to produce freeze-dried cubes from 3 Pacific salmon species. Journal of Aquatic Food Product Technology, 21: 22-38.

Cyprian OO, Nguyen MV, Sveinsdottir K, et al. 2017. Influence of blanching treatment and drying methods on the drying characteristics and quality changes of dried sardine (Sardinella gibbosa) during storage. Drying Technology, 35(4): 478-489.

Daghooghi-Mobarakeh H, Miner M, Wang L, Wang R, Phelan RE, 2022. Ultrasound-assisted regeneration of activated alumina/water adsorption pair for drying and dehumidification processes. Ultrasonics, 124: 106769.

Einum JS, (Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A., Skurdal, J.) 2011. Atlantic Salmon Ecology. Singapore: Blackwell Publishing Ltd.EL-Mesery HS, EL-Seesy AI, Hu Z, Li Y 2022. Recent developments in solar drying technology of food and agricultural products: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 157: 112070.

EL-Mesery HS, EL-Seesy AI, Hu Z, Li Y 2022. Recent developments in solar drying technology of food and agricultural products: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 157: 112070.

Forseth T, Barlaup BT, Finstad B et al. 2017. The major threats to Atlantic salmon in Norway. ICES Journal of Marine Science, 74(6): 1496-1513.

Karabacak A, Sinir G, Suna S 2015. Mikrodalga ve mikrodalga destekli kurutmanın cesitli meyve ve sebzelerin kalite parametreleri uzerine etkisi. Uludag Universitesi Ziraat Fakultesi Dergisi, 29(2): 125-135.

Kipcak, AS 2017. Microwave drying kinetics of mussels (Mytilus edulis). Res. Chem. Intermed., 43(3): 1429-1445.

Kipcak AS, Doymaz İ, Piskin S 2015. Microwave Drying of Green Bean Slices: Drying Kinetics and Physical Quality. Czech Journal of Food Sciences, 33(4): 367-376.

Martinez F, Labuza TP 2006. Rate of deterioration of freeze-dried salmon as a function of relative humidity. Journal of Food Science, 33(3): 241 – 247.

Nag S, Dash KK 2016. Mathematical modelling of thin layer drying kinetics and moisture diffusivity study of elephant apple. International Food Research Journal, 23(6): 2594-2600.

Ozyalcin Z, Kipcak AS 2020. The effect of ultrasonic pre-treatment on the temperature controlled infrared drying of Loligo Vulgaris and comparison with the microwave drying. Turkish J. Fish. Aquat. Science, 21: 135-145.

Waghmarea R, Kumar M, Yadav R et al. 2022. Application of ultrasonication as pre-treatment for freeze drying: An innovative approach for the retention of nutraceutical quality in foods. Food Chemistry, 404: 134571.

Yagcioglu, A, Demir, V, Gunhan, T 2007. Effective moisture diffusivity estimation from drying data. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 3(4): 249 – 256.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Platinum Nanoparticles Deposited Graphene Nanosheets as Peroxidase Nanozyme

Bekir Çakıroğlu[1]* (ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5989-4545)

[*1] Sakarya University, Biomedical, Magnetic and Semiconductor Materials Research Center (BIMAS-RC), Sakarya, Turkey.

*Corresponding author e-mail: bekircakiroglu@sakarya.edu.tr

Abstract

Herein, the platinum nanoparticles (Pt NPs) were deposited on graphene nanosheets (G), and the material (Pt NPs/G) was studied in terms of peroxidase-like activity for the first time. The peroxidase-like activity of Pt NPs/G was investigated spectrophotometrically by using the oxidation of chromogenic substrate 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) in the presence of hydrogen peroxide and the green color formation of oxidized ABTS was easily observed by the eyes. Thus, it can be concluded that the manufactured material displayed satisfying peroxidase-like activity, probably owing to the decent nanozyme activity of Pt NPs and the large surface area of graphene, which hosts abundant metal NPs. Also, according to the absorbance spectrum, bare graphene has revealed peroxidase-mimicking activity to some extent, implying active sites on the surface. The fabricated material can be a promising substitute for peroxidase without intricate preparation procedures.

Keywords: Pt NPs, Graphene, Spectrophotometric analysis, Peroxidase-mimicking activity, Sustainability

INTRODUCTION

Enzymes have been widely used for the catalytic reactions due to their efficient and specific catalytic activity for various substances under mild conditions (Çakıroğlu et al., 2020; Gross et al., 2017). On the other hand, expensive purification procedures, relatively poor storage stability, susceptibility to pH, temperature, ionic strength are the main shortcoming for their usage (Wang et al., 2021). Nowadays, effective artificial enzymes "nanozymes" with intrinsic enzyme-mimicking activities have been a hot topic since the breakthrough discovery of Fe_3O_4 MNPs showing peroxidase-like activity (Mou et al., 2020; Wang et al., 2018). Nanozymes have been at the forefront as a viable replacement to aid in analyte detection due to their great benefits (Jiang et al., 2019; Ren et al., 2022). These feature satisfactory catalytic activity, excellent medium resistance, simple and low cost production, facile surface modification (Chen et al., 2019; Liang and Yan, 2019). The main disadvantage is that the nanozymes do not selectively catalyze the reactions (Jiang et al., 2019). Surface area expansion and preferential exposure of catalytically active facets have led to exposing more active sites and thus increased catalytic activity (Liang and Yan, 2019). Also, surface defects have increased nanozyme activity (Singh et al., 2017).

MATERIALS AND METHODS

Graphene nanosheets (G), chloroplatinic acid (H_2PtCl_6) and sodium borohydride ($NaBH_4$) were purchased from Sigma-Aldrich. 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) was purchased from Roche Diagnostics (Germany). Hydrogen peroxide solution (30%) was purchased from Merck. Acetate buffer solution (ABS) was prepared using glacial acetic acid (Merck) and sodium acetate (Sigma-Aldrich). Deionized water (DW) was obtained from a Labconco Water Pro BT purification system.

Preparation of Pt NPs/G

1200 µL of 10 mM H_2PtCl_6 was added into 1.2 mL of graphene solution (5 mg mL^{-1}). Then, 600 µL $NaBH_4$ solution (5 mg mL^{-1}) was added into the mixture and magnetically stirred for one hour. Finally, the product was centrifuged and washed twice with DW. Pt NPs/G was dispersed in DW before use.

Peroxidase-mimicking Activity Measurements

3 mL of 0.4 mM ABTS solutions were prepared in 100 mM ABS pH 3.8 and the 75 µL of Pt NPs/G solution (1 mg/mL) coated substrate was immersed in the solution. 15 µL of hydrogen peroxide (30%) was added into the above mixture and incubated for 10 min at room temperature. Then, nanozyme coated substrate was removed from the reaction medium, and the absorbance spectra were recorded. UV-visible (UV-Vis) absorbance spectra were recorded using a Shimadzu UV-2600 spectrophotometer at 200-800 nm.

RESULTS and DISCUSSION

The UV-vis spectrum of Pt NPs/G revealed an intense band at 254 nm, which implies the pure graphene sheets (Figure 1). According to the literature, carbonaceous materials have demonstrated satisfying peroxidase-like activity due to the active sites on the carbon surfaces (Das et al., 2019).

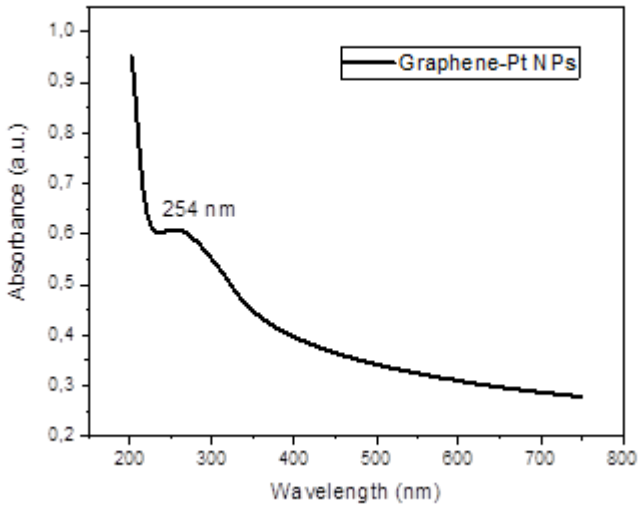


Figure 1. UV-Vis absorbance spectrum of Pt NPs/G

Graphene demonstrated peroxidase-like nanozymes to some extent probably due to surface defects (Figure 2A). After Pt NPs deposition, the colour development increased implying that Pt NPs play a crucial role in catalytic oxidation of chromogenic substrates in the presence of hydrogen peroxide (Figure 2B).

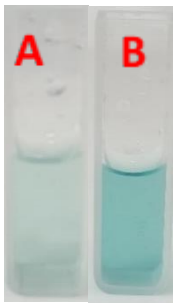


Figure 2. The color development of ABTS after the nanozyme activity of G (A) and Pt NPs/G (B)

The UV vis spectrum of oxidized ABTS after catalytic reaction was taken (Figure 3). Bare graphene displayed some absorbance; however, Pt NPs are the main component for the nanozyme activity as can be seen from the absorbance spectra. Herein, graphene is a good platform to get the NPs together along with some synergistic effect on nanozyme activity.

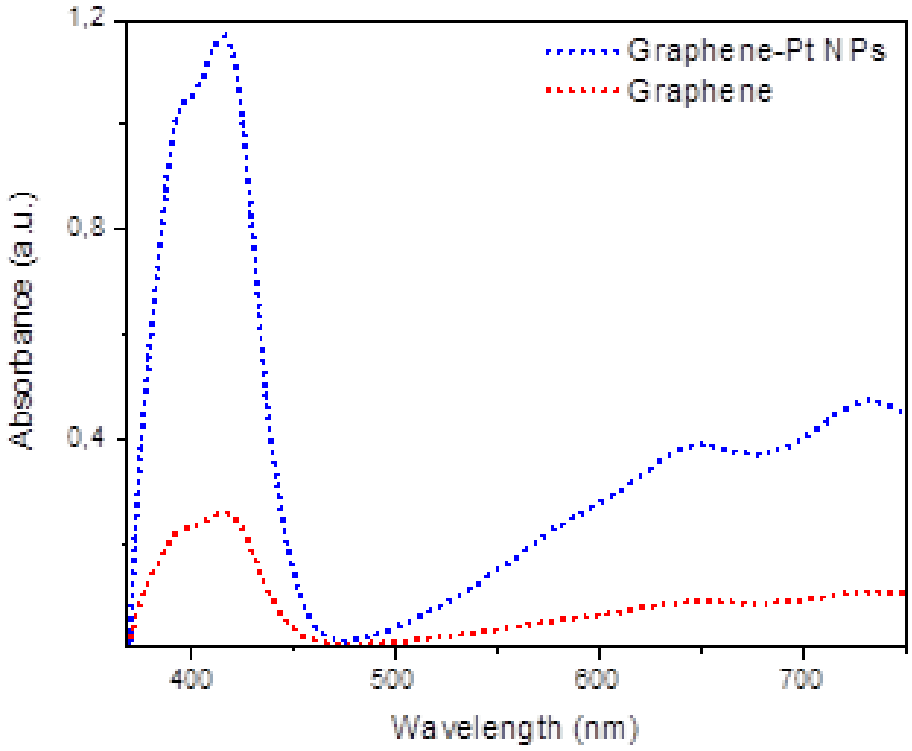


Figure 3. Absorbance Spectrum of Oxidized ABTS Generated by Pt NPs/G and graphene

CONCLUSION

In this study, Pt NPs deposited graphene sheets was reported for peroxidase substitute. Its peroxidase-mimicking activity was studied in the presence of a chromogenic substrate ABTS. The large surface area of graphene leads to the abundant catalytically active sites and Pt NPs deposition, which acts a major role in the nanozyme activity. The suggested material can be used in the sensor area as peroxidase nanozyme during hydrogen peroxide determination.

REFERENCES

Çakıroğlu, B., Chauvin, J., Le Goff, A., Gorgy, K., Özacar, M., Holzinger, M., 2020. Photoelectrochemically-assisted biofuel cell constructed by redox complex and g-C_3N_4 coated MWCNT bioanode. Biosens. Bioelectron. 169, 112601.

Chen, J., Wu, W., Huang, L., Ma, Q., Dong, S., 2019. Self-Indicative Gold Nanozyme for H_2O_2 and Glucose Sensing. Chem. - A Eur. J. 25, 11940–11944.

Das, P., Borthakur, P., Boruah, P.K., Das, M.R., 2019. Peroxidase Mimic Activity of Au–Ag/l-Cys-rGO Nanozyme toward Detection of Cr(VI) Ion in Water: Role of 3,3′,5,5′-Tetramethylbenzidine Adsorption. J. Chem. Eng. Data 64, 4977–4990.

Gross, A.J., Chen, X., Giroud, F., Abreu, C., Le Goff, A., Holzinger, M., Cosnier, S., 2017. A High Power Buckypaper Biofuel Cell: Exploiting 1,10-Phenanthroline-5,6-dione with FAD-Dependent Dehydrogenase for Catalytically-Powerful Glucose Oxidation. ACS Catal. 7, 4408–4416.

Han, Y., Lu, Z., Teng, Z., Liang, J., Guo, Z., Wang, D., Han, M.Y., Yang, W., 2017. Unraveling the growth mechanism of silica particles in the stöber method: In situ seeded growth model. Langmuir 33, 5879–5890.

Jiang, D., Ni, D., Rosenkrans, Z.T., Huang, P., Yan, X., Cai, W., 2019. Nanozyme: new horizons for responsive biomedical applications. Chem. Soc. Rev. 48, 3683–3704.

Liang, M., Yan, X., 2019. Nanozymes: From New Concepts, Mechanisms, and Standards to Applications. Acc. Chem. Res. 52, 2190–2200.

Mou, J., Xu, X., Zhang, F., Xia, J., Wang, Z., 2020. Promoting Nanozyme Cascade Bioplatform by ZIF-Derived N-Doped Porous Carbon Nanosheet-based Protein/Bimetallic Nanoparticles for Tandem Catalysis. ACS Appl. Bio Mater. 3, 664–672.

Ren, X., Chen, D., Wang, Y., Li, H., Zhang, Y., Chen, H., Li, X., Huo, M., 2022. Nanozymes-recent development and biomedical applications. J. Nanobiotechnology 20, 92.

Singh, N., Savanur, M.A., Srivastava, S., D'Silva, P., Mugesh, G., 2017. A Redox Modulatory Mn3O4 Nanozyme with Multi-Enzyme Activity Provides Efficient Cytoprotection to Human Cells in a Parkinson's Disease Model. Angew. Chemie - Int. Ed. 56, 14267–14271.

Wang, Q., Liu, S., Tang, Z., 2021. Recent progress in the design of analytical methods based on nanozymes. J. Mater. Chem. B 9, 8174–8184.

Wang, Q., Wei, H., Zhang, Z., Wang, E., Dong, S., 2018. Nanozyme: An emerging alternative to natural enzyme for biosensing and immunoassay. TrAC - Trends Anal. Chem. 105, 218–224.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Comparison Of Refinement Firefly Algorithm with Two Current Algorithms

Betül ÜSTÜNER[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1936-3296*), Erkan DOĞAN[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9691-2121*)

[*1,2]Manisa Celal Bayar University, Engineering Faculty, Civil Engineering, Manisa, Turkey.

*Corresponding author e-mail: betul.celik@cbu.edu.tr

Abstract
In optimization problems, the aim is to reach the best. For this reason, many new methods have developed in solution processes. Metaheuristic methods are one of these methods. These algorithms reach the optimum solution faster by performing efficient search operations in the solution space. With the increasing use of metaheuristic methods, many new algorithms have proposed. The number of hybrid algorithms developed to improve algorithms is increasing. In this study, a new algorithm is proposed by refinement of the firefly algorithm (RFA). This algorithm is compared with the recently proposed Aquila algorithm (AO) and the algorithm developed by working together with hybrid Aquila and Harris Hawks algorithm (IHAOHHO). In this comparison, the design problems of speed reducer, spring design, I-beam design, which are engineering benchmark problems are discussed. In the results, it is seen that the improved algorithm gives better results than the firefly algorithm and other new algorithms.

Keywords: Metaheuristic, Refinement Firefly Algorithm, Benchmark Comparison.

INTRODUCTION

Metaheuristic algorithms are one of the solution methods of optimization problems. These algorithms are non-derivative techniques and have simplicity, elasticity, and the capability to avoid local optima (Mirjalili, Mirjalili, and Lewis 2014). One of the important steps in solving metaheuristic problems is the definition of the problem. Metaheuristic algorithms start by generating random solutions in the solution space. Metaheuristic algorithms do not require the calculation of the derivative of the search space as in gradient search techniques. Thus, they offer a different solution technique than mathematical optimization methods. (Abderazek, Sait, and Yildiz 2019).
Metaheuristic algorithms are easy to implement because of their ability to obtain quick and simple solutions. Algorithms can be adapted to the problem under study. Algorithms explore the search space efficiently, avoiding the local optimum, thanks to the random distribution they make in the search space (Lin and Gen 2009; Olorunda and Engelbrecht 2008). They are used in a variety of engineering and science problems because of their ability to suit problems. (Abderazek et al. 2019; Karagöz and Yıldız 2017). Metaheuristic algorithms consist of three categories. These; Evolutionary algorithms, physics based algorithms and swarm intelligence based algorithms. (Gupta et al. 2021). Genetic algorithm (GA) (Koupaei, Hosseini, and Ghaini 2016), evolutionary strategies (ES) (Hansen, Müller, and Koumoutsakos 2003), differential evolution (DE) (Storn and Price 1997) are some of the evolutionary algorithms. Gravitational search algorithm (GSA) (Rashedi, Nezamabadi-Pour, and Saryazdi 2009), ray optimization (RO) (Kaveh and Khayatazad 2013), big-bang big-crunch (BBBC) (Erol and Eksin 2006) are some of the physics-based algorithms. Algorithms developed based on swarm intelligence such as ants, bees and birds are based on swarm intelligence. These algorithms are inspired by the foraging behavior of herd animals. Creatures share information among themselves about the best places they visit in search of food. Inspired by this behavior, algorithms are developed by researchers. Particle Swarm optimization (PSO) (Kennedy and Eberhart 1995), Whale optimization (WOA) (Mirjalili and Lewis 2016), Firefly algorithm (FA) (Yang and He 2013), Cuckoo Search (CS) (Mareli and Twala 2018) Aquila optimization (AO) (Abualigah et al. 2021) Harris Hawks optimization (HHO) (Heidari et al. 2019), Hybrid algorithm (IHAOHHO) (Wang, Jia, Liu, et al. 2021).

The second part of this study gives brief information about metaheuristic algorithms. A new improved algorithm is introduced. Then, the design problems and their solutions are explained. Finally, the comparison of algorithms with engineering problems is given as a result

METAHURISTIC OPTIMIZATION METHODS

In this section, a brief description of the metaheuristic algorithms is given. Refinement firefly algorithm, aquila algorithm, and hybrid Aquila and Harris Hawk's algorithm are mentioned.

2.1. Refined Firefly Algorithm

Firefly algorithm optimization is one of the heuristic methods based on the swarm technique. The movements of fireflies depend on certain parameters. The fireflies' positions are updated using Equation (7). In the refinement firefly algorithm (Hasançebi et al. 2010) owing to the added parameter, the updated positions are added in a way that allows the fireflies to move randomly in certain directions in the near environment of their current position.

$$x_i(t+1) = x_i(t) + \beta_0 e^{-\gamma r^2}\left(x_i - x_j\right) + \alpha\varepsilon_i + h_i r_1 \frac{N_s}{\Delta t} \tag{1}$$

$$h_i = \begin{cases} 1 & if \;\; r_2 \le \dfrac{1}{2N_d} \\ 0 & if \;\; r_2 > \dfrac{1}{2N_d} \end{cases} \tag{2}$$

where, r_1 [0,1], N_s is referred to as the maximum value of the design variables. $h_i$is 0-1 weight function applied by sampling a random number r_2 between 0 and 1. N_d is the number of dimensions of each firefly. Equation (1) indicates that the term design variable is allowed to replace its position with a new one. This allows the fireflies to continue their search for the optimum. Through the reformulated equation, it was observed that the technique increased its effectiveness. Advances in the technique are illustrated with solved numerical examples

2.2. Aquila Algorithm

Living in the Northern Hemisphere, the Aquila is one of the most popular birds of prey (Wang, Jia, Liu, et al. 2021). Aquila's hunting methods can be expressed in four steps. In Equation 1, (X) indicates the candidate solution population start.

$$X_{ij} = \text{rand} \times \left(UB_j - LB_j\right) + LB_j, i = 1,2, \ldots, Nj = 1,2, \ldots, \text{Dim} \tag{3}$$

X_{ij} represents decision values (positions). N N stands for the total number of candidate solutions. and Dim, indicates the dimension of the problem.

$$X = \begin{bmatrix} x_{1,1} & \cdots & x_{1,j} & x_{1,\text{ Dim-1}} & x_{1,\text{ Dim}} \\ x_{2,1} & \cdots & x_{2,j} & \cdots & x_{2,\text{ Dim}} \\ \cdots & \cdots & x_{i,j} & \cdots & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{N-1,1} & \cdots & x_{N-1,j} & \cdots & x_{N-1,Dim} \\ x_{N,1} & \cdots & x_{N,j} & x_{N,Dim-1} & x_{N,Dim} \end{bmatrix} \tag{4}$$

Here X stands for a randomly generated set of available candidate solutions.
High Soar with A Vertical Stoop, It is used to hunt birds in flight, where the aquila rises from the ground. This behavior is represented mathematically as follows.

$$X_1(t+1) = X_{\text{best}}(t) \times \left(1 - \frac{t}{T}\right) + \left(X_M(t) - X_{best}(t)^* \text{ rand }\right) \tag{5}$$

$$X_M(t) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} X_i(t), \forall j = 1,2,\dots,\text{Dim} \quad (6)$$

Contour Flight With Short Glide Attack, this is the method the Aquila uses to approach its prey. This behavior is represented mathematically as follows.

$$X_2(t+1) = X_{best}(t) \times \text{Levy}\,(D) + X_R(t) + (y - x) * \text{rand} \quad (7)$$

$$\text{Levy}\,(D) = s \times \frac{u \times \sigma}{|v|^{\frac{1}{\beta}}} \quad (8)$$

where $X_2(t+1)$, second search method, s 0.01 fixed value, u and v random numbers between 0 and 1.

$$\sigma = \frac{r(1+\beta) * sine\left(\frac{\pi\beta}{2}\right)}{r\left(\frac{1+\beta}{2}\right) * \beta * 2^{\left(\frac{\beta-1}{2}\right)}} \quad (9)$$

σ =1.5fixed value, and y and x are used to calculate the spiral shape in calling functions. The mathematical representation is as follows.

$$\begin{gathered} y = r * \cos(\theta) \\ x = r * \sin(\theta) \\ r = r_1 + U * D_1 \\ \theta = -w * D_1 + \theta_1 \\ \theta_1 = \frac{3 * \pi}{2} \end{gathered} \quad (10)$$

r_1 takes a value between 1 and 20 for the number of constant search cycles and they are integers from $U = 0.1$ to the length of the search space (Dim) and are a small value fixed at 0.005.

Low Flight with A Slow Descent Attack, Aquila descends to the ground and gradually attacks its prey.

$$X_3(t+1) = \left(X_{best}(t) - X_M(t)\right) * \alpha - rand + \left((UB - LB) * rand + LB\right) * \delta \quad (11)$$

$X_3(t+1)$, t iteration solution, $X_{best}(t)$ best position of prey in the ith iteration, $X_M(t)$ Indicates the average value of the current solution.

Walking And Grab Prey, walking and hunting. It is used to remove the young of large prey (such as deer or sheep) from the area.

$$X_4(t+1) = QF * X_{best}(t) - (G_1 * X(t) * rand) - G_2 * Levy(D) + rand * G_1 \quad (12)$$

$X_4(t+1)$, solve the t th iteration, QF , Specifies a quality function used to balance search strategies. G_1 denotes the various movements of the AO used to track prey during escape. G_2 presents values descending from 2 to 0 indicating the flight gradient of the AO used to track prey during escape from the initial position (1) to the final position (t).

$$QF(t) = t^{\frac{2*rand-1}{(1-T)^2}} \quad (13)$$

$$G_1 = 2 * rand - 1 \quad (14)$$

$$G_2 = 2 * \left(1 - \frac{t}{T}\right) \quad (15)$$

$QF(t)$ quality function value at the t th iteration and rand is a random value between 0 and 1. t and T represent the current iteration and the maximum iteration count, respectively. $Levy(D)$ is the calculated tax flight distribution function.

2.3. Hybrid Aquila Optimizer and Harris Hawks Algorithm

This algorithm is an extended algorithm by taking the good features of Aquila and Harris Hawks algorithms. The pseudocode is encoded in the published algorithm. (Wang, Jia, Abualigah, et al. 2021; Wang, Jia, Liu, et al. 2021). Two algorithm has its own good and bad aspects. This algorithm, which works better and faster, has been developed by taking advantage of the algorithms. Looking at the comparisons of the algorithms.
Aquila algorithm has strong randomness and fast convergence speed in the global discovery phase. However, it is easy to fall into the local optimum in the local usage phase since it does not perform an exhaustive search of the search space. The effect of Levy flight is relatively weak.
In Harris Hawks (HHO), the transition from global to local search is dependent on the energy of the prey being reduced. In the first iterations in the exploratory phase, population diversity is insufficient, and the rate of convergence is slow. As the number of iterations increases, the energy of the prey decreases and the algorithm enters the local exploitation phase. Four different hunting strategies are adopted in light of the energy of the prey and the possibility of escape. The term Levy flight is added in the usage phase. Whether the Levy flight will be used to update the positions is decided according to the suitability values. So the algorithm can jump from the local optimum to a certain degree. It combined the global exploration phase of AO and the local use phase of HHO.

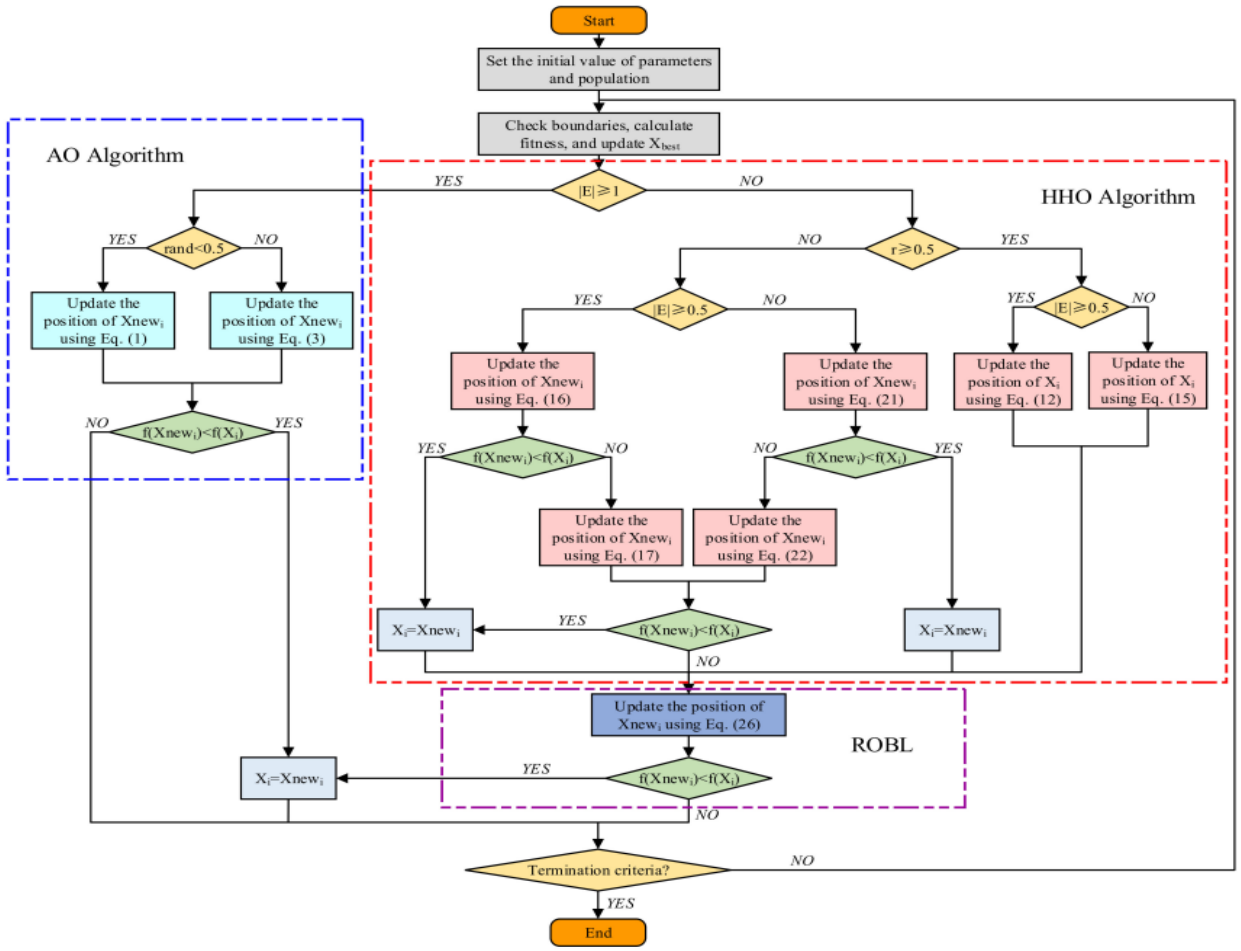


Figure 1. Hybrid Algorithm flowchart (Wang, Jia, Abualigah, et al. 2021)

3. ENGINEERING DESIGN PROBLEM AND RESULTS

Benchmark problems are used to compare the solution capabilities of metaheuristic algorithms. Among these problems, spring design, speed reducer and I beam design problems are discussed.

3.1. Speed Reducer Design Problem

The purpose of this problem is to obtain the minimum weight of the speed reducer. Here, x_1 is the surface width, x_2 the teeth modulus, x_3 is a separate design variable for the teeth on the pinion, $x_4$is the length of the first shaft thread between the bearings, x_5 is the length of the second shaft between the bearings, x_6 is the diameters of the first shaft and x_7 is the diameters of the second shaft. Figure 1 shows the image of the speed reducer (Arora 1989).

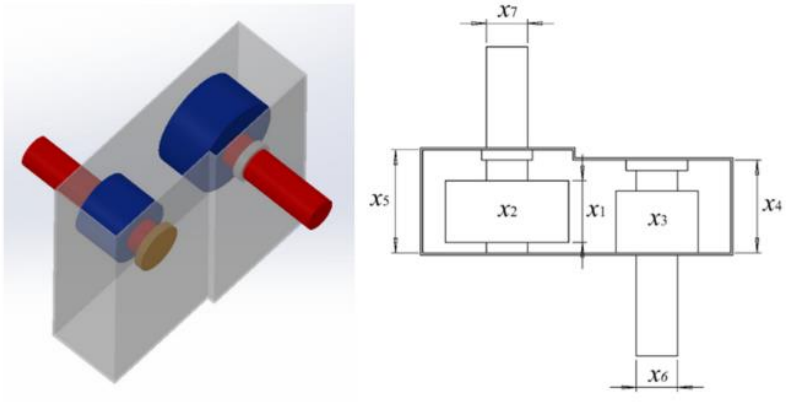


Figure 2. Speed reducer design (Wang, Jia, Abualigah, et al. 2021)

Mathematical Model;

$$f(\vec{x}) = 0.7854x_1x_2^2(3.3333x_3^2 + 14.9334x_3 - 43.0934) \\ -1.508x_1(x_6^2 + x_7^2) + 7.4777(x_6^3 + x_7^3) \quad (16)$$

Subjected to;

$$g_1(x) = \frac{27}{x_1x_2^2x_3} - 1 \leqslant 0 \quad (17)$$

$$g_2(x) = \frac{397.5}{x_1x_2^2x_3^2} - 1 \leqslant 0 \quad (18)$$

$$g_3(x) = \frac{1.93x_4^3}{x_2x_6^4x_3} - 1 \leqslant 0 \quad (19)$$

$$g_4(x) = \frac{1.93x_5^3}{x_2x_7^4x_3} - 1 \leqslant 0 \quad (20)$$

$$g_5(x) = \frac{\left[\left(\frac{745x_4}{x_2x_3}\right)^2 + 16.9 \times 10^6\right]^{\frac{1}{2}}}{110x_6^3} - 1 \leqslant 0 \quad (21)$$

$$g_6(x) = \frac{\left[\left(\frac{745x_5}{x_2x_3}\right)^2 + 157.5 \times 10^6\right]^{\frac{1}{2}}}{85x_7^3} - 1 \leqslant 0 \quad (22)$$

$$g_7(x) = \frac{x_2 x_3}{40} - 1 \leqslant 0 \quad (23)$$

$$g_8(x) = \frac{5x_2}{x_1} - 1 \leqslant 0 \quad (24)$$

$$g_9(x) = \frac{x_1}{12x_2} - 1 \leqslant 0 \quad (25)$$

$$g_{10}(x) = \frac{1.5x_6 + 1.9}{x_4} - 1 \leqslant 0 \quad (26)$$

$$g_{11}(x) = \frac{1.1x_7 + 1.9}{x_5} - 1 \leqslant 0 \quad (27)$$

where,

$$2.6 \leqslant x_1 \leqslant 3.6, \quad 0.7 \leqslant x_2 \leqslant 0.8, \quad 17 \leqslant x_3 \leqslant 28, \quad 7.3 \leqslant x_4 \leqslant 8.3, \quad 7.3 \leqslant x_5 \leqslant 8.3,$$

$$2.9 \leqslant x_6 \leqslant 3.9, \qquad 5.0 \leqslant x_7 \leqslant 5.5$$

Table 1. Speed reducer design optimum values

Optimum values								
Algorithm	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	**Optimum weight**
RFA	3.501651	0.700018	17.0014	7.58337	7.772187	3.354811	5.287802	**3001.105**
FA	3.50581	0.700201	17.00031	7.31221	7.765204	3.355170	5.288564	**3001.400**
AO	3.5008	0.7000	17.0199	7.5326	8.1207	3.3667	5.3081	**3027.1314**
IHAOHHO	3.51115	0.7	17	8.06714	8.0638	3.72685	5.28678	**3122.0069**

3.2. Spring Design Optimization

The purpose of the tension-compression spring problem is to achieve minimum weight. The problem has three design variables. These variables are d is the wire diameter, D is the average coil diameter, and N is the number of active coils. The tension/compression spring design function is given in Equation 2. The engineering design problem has three design variables and four constraints (Arora 1989).

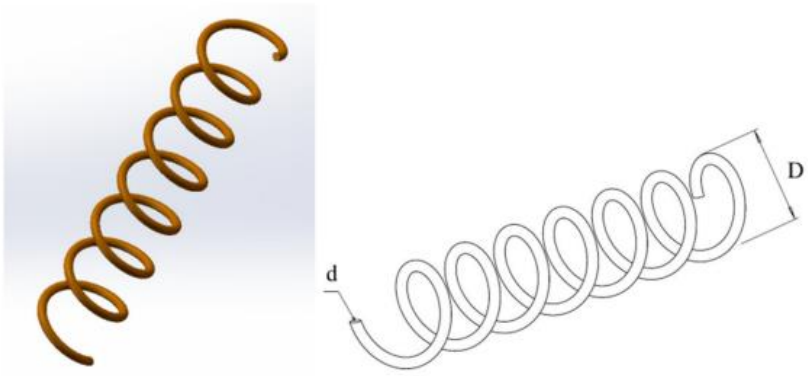


Figure 3. Spring Design Optimization (Wang, Jia, Abualigah, et al. 2021)

The problem definition and constraints are as follows;

$$f(x) = (x_3 + 2)x_2{x_1}^2 \tag{28}$$

Subject to;

$$g_1(x) = 1 - \frac{{x_2}^3 x_3}{71785{x_1}^4} \leq 0 \tag{29}$$

$$g_2(x) = \frac{4x_2^2 - x_1x_2}{12566(x_2{x_1}^3 - {x_1}^4)} + \frac{1}{5108{x_1}^2} - 1 \leq 0 \tag{30}$$

$$g_3(x) = 1 - \frac{140.45x_1}{x_2^2x_3} \leq 0 \tag{31}$$

$$g_4(x) = \frac{x_1 + x_2}{1.5} - 1 \leq 0 \tag{32}$$

and side constraints;

$0.05 \leq x_1 \leq 2, \quad 0.25 \leq x_2 \leq 1.3, \quad 2 \leq x_3 \leq 15$

The results of the algorithms for solving the problem are given in Table 2.
In this problem, x_1 variable (d) represents wire diameter, x_2 variable (D) average coil diameter, x_3 variable (N) active coil number.

Table 2. Spring design optimum value

Optimum values				
Algorithm	x_1	x_2	x_3	**Optimum weight**
RFA	0.055895	0.466573	6.907491	**0.0129845**
FA	0.05568	0.46062	7.10099	**0.0129988**
AO	0.06139	0.63829	4.08026	**0.014631**
IHAOHHO	0.059267	0.56792	4.8354	**0.013636**

3.2.1. I beam design

Finally, the beam design problem is discussed. This problem has four variables, two constraints (Cheng and Prayogo 2014). It should be provided under the given loads under cross-sectional area and stress constraints. The aim of this study is to minimize the vertical deflection of $\boldsymbol{f(x) = PL^3/48EI}$ when the beam length is **5200** $\boldsymbol{cm}$ and the modulus of elasticity is **523.104** $\boldsymbol{kN/cm^2}$

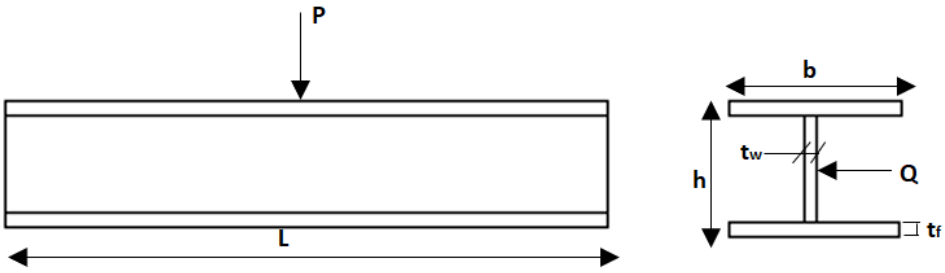


Figure 2. I-beam design

The objective function of the problem is;

$$f(b,h,t_w,t_f)=\frac{5000}{\frac{t_w(h-2t_f)}{12}+\frac{bt_f^3}{6}+2bt_f\left(\frac{h-t_f}{2}\right)^2} \tag{33}$$

Subject to:

$$g_1=2bt_w+t_w(h-2t_f)\leqslant 300 \tag{34}$$

$$g_2=\frac{18h\times 10^4}{t_w(h-2t_f)^3+2bt_w\left(4t_f^2+3h(h-2t_f)\right)}+\frac{15b\times 10^3}{(h-2t_f)t_w^3+2t_wb^3}\leqslant 56 \tag{35}$$

where initial design range;

$$10\leqslant b\leqslant 50\,,\quad 10\leqslant h\leqslant 80,\quad 0.9\leqslant t_w\leqslant 5,\ \text{and}\ 0.9\leqslant t_f\leqslant 5$$

Table 3. I beam design optimum value

	Optimum values				
Algorithm	*b (cm)*	*h (cm)*	$t_w(cm)$	$t_f(cm)$	**Optimum weight**
RFA	49.9995	79.9990	3.89054	4.99994	**0.0071006**
FA	49.99978	79.99840	3.34765	4.99996	**0.0071007**
AO	50	80	5	5	**0.0071009**
IHAOHHO	50	80	5	5	**0.0071009**

CONCLUSION

Problems are solved using the solution capabilities of metaheuristic algorithms. Although the problem-solving capabilities of these algorithms have been proven by many studies, the solution capabilities for each problem may differ. In this study, three different algorithms are discussed. Three of the most well-known engineering design problems are discussed to compare these algorithms. These are speed reducer; spring design and I beam design algorithms. Between these algorithms, the firefly algorithm is developed and presented as a new algorithm. When the results are examined, a comparison of the refinement firefly algorithm with the firefly algorithm has also been made and it is seen that the refinement algorithm gives better results in all problems. While selecting the algorithms, current and hybrid algorithms are chosen as the comparison problem. Thus,

the capabilities of current algorithms are also observed. In addition, when these problems are examined, it is seen that the aquila algorithm, which is one of the current algorithms, gives better results than the hybrid algorithm. In future studies, the capabilities of the algorithms can be observed by studying the comparison of these algorithms on different problems.

REFERENCES

Abderazek, Hammoudi, Sadiq M. Sait, and Ali Riza Yildiz. 2019. 'Optimal Design of Planetary Gear Train for Automotive Transmissions Using Advanced Meta-Heuristics'. *International Journal of Vehicle Design* 80(2–4):121–36. doi: 10.1504/IJVD.2019.109862.

Abualigah, Laith, Dalia Yousri, Mohamed Abd Elaziz, Ahmed A. Ewees, Mohammed A. A. Al-qaness, and Amir H. Gandomi. 2021. 'Aquila Optimizer: A Novel Meta-Heuristic Optimization Algorithm'. *Computers & Industrial Engineering* 157:107250. doi: 10.1016/j.cie.2021.107250.

Arora, J. S. 1989. 'Introduction to Optimum Design, New York, NY: McGraw-Hili'.

Cheng, Min-Yuan, and Doddy Prayogo. 2014. 'Symbiotic Organisms Search: A New Metaheuristic Optimization Algorithm'. *Computers & Structures* 139:98–112. doi: 10.1016/j.compstruc.2014.03.007.

Erol, Osman K., and Ibrahim Eksin. 2006. 'A New Optimization Method: Big Bang–Big Crunch'. *Advances in Engineering Software* 37(2):106–11.

Gupta, Shubham, Hammoudi Abderazek, Betül Sultan Yıldız, Ali Riza Yildiz, Seyedali Mirjalili, and Sadiq M. Sait. 2021. 'Comparison of Metaheuristic Optimization Algorithms for Solving Constrained Mechanical Design Optimization Problems'. *Expert Systems with Applications* 183:115351. doi: 10.1016/j.eswa.2021.115351.

Hansen, Nikolaus, Sibylle D. Müller, and Petros Koumoutsakos. 2003. 'Reducing the Time Complexity of the Derandomized Evolution Strategy with Covariance Matrix Adaptation (CMA-ES)'. *Evolutionary Computation* 11(1):1–18.

Hasançebi, O., S. Çarbaş, E. Doğan, F. Erdal, and M. P. Saka. 2010. 'Comparison of Non-Deterministic Search Techniques in the Optimum Design of Real Size Steel Frames'. *Computers & Structures* 88(17):1033–48. doi: 10.1016/j.compstruc.2010.06.006.

Heidari, Ali Asghar, Seyedali Mirjalili, Hossam Faris, Ibrahim Aljarah, Majdi Mafarja, and Huiling Chen. 2019. 'Harris Hawks Optimization: Algorithm and Applications'. *Future Generation Computer Systems* 97:849–72. doi: 10.1016/j.future.2019.02.028.

Karagöz, Selçuk, and Ali Rıza Yıldız. 2017. 'A Comparison of Recent Metaheuristic Algorithms for Crashworthiness Optimisation of Vehicle Thin-Walled Tubes Considering Sheet Metal Forming Effects'. *International Journal of Vehicle Design* 73(1–3):179–88. doi: 10.1504/IJVD.2017.082593.

Kaveh, A., and M. Khayatazad. 2013. 'Ray Optimization for Size and Shape Optimization of Truss Structures'. *Computers & Structures* 117:82–94.

Kennedy, James, and Russell Eberhart. 1995. 'Particle Swarm Optimization'. Pp. 1942–48 in *Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks*. Vol. 4. IEEE.

Koupaei, J. Alikhani, Seyed Mohammad Mehdi Hosseini, and FM Maalek Ghaini. 2016. 'A New Optimization Algorithm Based on Chaotic Maps and Golden Section Search Method'. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 50:201–14.

Lin, Lin, and Mitsuo Gen. 2009. 'Auto-Tuning Strategy for Evolutionary Algorithms: Balancing between Exploration and Exploitation'. *Soft Computing* 13(2):157–68.

Mareli, M., and B. Twala. 2018. 'An Adaptive Cuckoo Search Algorithm for Optimisation'. *Applied Computing and Informatics* 14(2):107–15.

Mirjalili, S., S. M. Mirjalili, and A. Lewis. 2014. 'Grey Wolf Optimizer Adv Eng Softw 69: 46–61'.

Mirjalili, Seyedali, and Andrew Lewis. 2016. 'The Whale Optimization Algorithm'. *Advances in Engineering Software* 95:51–67.

Olorunda, Olusegun, and Andries P. Engelbrecht. 2008. 'Measuring Exploration/Exploitation in Particle Swarms Using Swarm Diversity'. Pp. 1128–34 in *2008 IEEE congress on evolutionary computation (IEEE world congress on computational intelligence)*. IEEE.

Rashedi, Esmat, Hossein Nezamabadi-Pour, and Saeid Saryazdi. 2009. 'GSA: A Gravitational Search Algorithm'. *Information Sciences* 179(13):2232–48.

Storn, Rainer, and Kenneth Price. 1997. 'Differential Evolution–a Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces'. *Journal of Global Optimization* 11(4):341–59.

Wang, Shuang, Heming Jia, Laith Abualigah, Qingxin Liu, and Rong Zheng. 2021. 'An Improved Hybrid Aquila Optimizer and Harris Hawks Algorithm for Solving Industrial Engineering Optimization Problems'. *Processes* 9(9):1551. doi: 10.3390/pr9091551.

Wang, Shuang, Heming Jia, Qingxin Liu, and Rong Zheng. 2021. 'An Improved Hybrid Aquila Optimizer and Harris Hawks Optimization for Global Optimization'. *Mathematical Biosciences and Engineering* 18:7076–7109. doi: 10.3934/mbe.2021352.

Yang, Xin-She, and Xingshi He. 2013. 'Firefly Algorithm: Recent Advances and Applications'. *International Journal of Swarm Intelligence* 1(1):36–50. doi: 10.1504/IJSI.2013.055801.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Use of some recent optimization methods in the solution of engineering design problems

Betül ÜSTÜNER[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1936-3296*), Erkan DOĞAN[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9691-2121*)

[*1,2]Manisa Celal Bayar University, Engineering Faculty, Civil Engineering, Manisa, Turkey.

*Corresponding author e-mail: betul.celik@cbu.edu.tr

Abstract

One of the purposes of the design problem is to calculate the minimum weight. The process of obtaining the most suitable solution to the problem is called optimization. One of the solution methods of these optimization problems is metaheuristic algorithms. These algorithms are inspired by foraging behavior within the swarm. Among various algorithms, whale algorithm, particle swarm and bat algorithms are discussed. The performances of these algorithms are compared with one of the benchmark problems. The welded beam design and cellular beam design examples are considered as design examples. LRFD-AISC (Load and Resistance Factor Design - American Institute of Steel Construction) specification is used in cellular beam design. The results of the algorithms are compared considering the simple beam model. In addition, it is seen that the algorithms give different results as the problems change.

Keywords: welded beam, cellular beam, metaheuristic algorithm.

INTRODUCTION

One of the most fundamental goals of engineering studies is to achieve the best balance among technological challenges (Gupta et al. 2021). Metaheuristic algorithms are independent of the deterministic properties of the problems. Algorithms are grouped into three different categories. It evaluates only the objective function in decision variables. evolutionary algorithms, physics-based algorithms and swarm-based algorithms. Evolutionary Algorithms are the application of changes in nature to computer algorithms. Genetic algorithm (GA) (Santarelli et al. 2006), evolution strategies (ES) (Bäck 1995), differential evolution (DE) (Storn and Price 1997), and biogeraphy-based optimization (BBO)(Simon 2008) are belong to this category. Physics-based algorithms are algorithms inspired by physics events that occur in nature. Water Cycle Algorithm (WCA)(Eskandar et al. 2012), Electromagnetic Field Optimization (EFO)(Abedinpourshotorban et al. 2016), Big Bang-Big Contraction Algorithm (BBBC)(Erol and Eksin 2006), Gravity Search Algorithm (GSA)(Rashedi, Nezamabadi-Pour, and Saryazdi 2009) are among these algorithms. Finally, algorithms based on swarm intelligence are inspired by swarm movements. In addition, one of the most important advantages of these algorithms is that global results can be achieved without getting stuck at local optimum points (Gendreau et al. 2006). Living things seek food sources. During this quest, they share information about the best place they found among themselves. The foraging behaviors of living things are handled by researchers and used in solving problems. Particle swarm optimization (PSO) (Kennedy and Eberhart 1995; Poli, Kennedy, and Blackwell 2007), ant colony optimization (ACO) (Dorigo, Birattari, and Stutzle 2006), artificial bee colony (ABC)(Bansal, Sharma, and Jadon 2013), cuckoo search (CS) (Mareli and Twala 2018) algorithm, whale optimization algorithm (WOA) (Mirjalili and Lewis 2016). Metaheuristic optimization methods are frequently used and improved to solve structural design problems.

These methods are used to find suitable solutions to problems in many fields such as mechanical systems, automotive systems and industry. Various problems are developed to compare the problem-solving capabilities of metaheuristic algorithms. The main purpose of optimization problems is to obtain minimum or maximum values. In other words, it's trying to find the best solution. In addition to the robustness of the profiles used in structural problems, it is desired to stay on the reliable side in terms of economy. For this reason, it is given importance to design with minimum weight within the safety limits. Sections used in structural elements such as column beams are determined by algorithms and dimensioned with minimum weight.

In this study, the welded beam design problem, which is one of the engineering design problems, and the cellular beam problem, which is one of the civil engineering structural elements, are discussed. In the cellular beam problem, the number of holes and the minimum weighted section of the beam are determined by algorithms. In order to determine the minimum weight, a solution is made with the whale algorithm, particle swarm algorithm, bat algorithm from metaheuristic methods. In the remainder of the study, chapter 2 briefly mentions the metaheuristic algorithms used in the study. In Chapter 3, an example of engineering benchmark design problems and the cellular beam problem, which is one of the structural elements of civil engineering, is introduced. Finally, the conclusion part is given.

METAHEURISTIC METHODS

Optimization studies inspired by the foraging behavior of animals began to be used in the 1980s. WOA, PSO and BA algorithms from metaheuristic methods are discussed.

Whale Optimization Algorithm (WOA)

It is an algorithm inspired by the movements of humpback whales during hunting. Whales recognize the location of their prey and surround them. The WOA algorithm assumes that the best candidate solution is close to the optimum. Once the best position has been determined, others will try to update their positions according to the best. The whale optimization algorithm consists of three parts: encircling around the prey, Bubble-net-attacking method, and search for prey (Mirjalili and Lewis 2016).

Encircling Prey,

$$\vec{D} = \left|\vec{C} \cdot \overrightarrow{X^*}(t) - \vec{X}(t)\right| \qquad (1)$$
$$\vec{X}(t+1) = \overrightarrow{X^*}(t) - \vec{A} \cdot \vec{D}$$

t represents the current iteration, A and C are the coefficient vectors, X^* is the position vector of the best solution so far, $\vec{X}$ is the position vector. If there is a better solution, X^* will be updated with each iteration.

$$\vec{A} = 2\vec{a} \cdot \vec{r} - \vec{a} \qquad (2)$$
$$\vec{C} = 2 \cdot \vec{r}$$

Here a is linearly reduced from 2 to 0 over iterations and r is the random vector between 0 and 1.

Bubble-net-attacking method, the movement of the whale towards the prey consists of two parts. It is possible by narrowing the circle around the prey and decreasing the value of a. The balloon net behavior of humpback whales is mathematically updated in two stages. This behavior is achieved by decreasing its value. a decrease linearly from 2 to 0 in iterations.

$$\vec{X}(t+1) = \overrightarrow{D'} \cdot e^{bl} \cdot \cos(2\pi l) + \overrightarrow{X^*}(t) \qquad (3)$$
$$\overrightarrow{D'} = \left|\overrightarrow{X^*}(t) - \vec{X}(t)\right|$$

D' represents the distance of the ith whale to its prey, b is a constant describing the shape of the logarithmic spiral, l is a random number in [-1,1]. Humpback whales swim in a narrow circle around the prey and along the spiral path. It assumes a 50% probability that the whales will choose to update their location during optimization. p is a random number between 0 and 1.

$$\vec{X}(t+1) = \begin{cases} \vec{X}(t) - \vec{A} \cdot \vec{D} & \text{if } p < 0.5 \\ \overrightarrow{D'}.e^{bl} \cdot \cos(2\pi l) + \overrightarrow{X^*}(t) & \text{if } p \geq 0.5 \end{cases} \qquad (4)$$

Search for prey, Vector A is used for hunting prey. Humpback whales search for random positions relative to each other are shown in (5).

$$\overrightarrow{D'} = \left|\vec{C} \cdot \overrightarrow{X_{\text{rand}}} - \vec{X}\right| \quad (5)$$
$$\vec{X}(t+1) = \overrightarrow{X_{\text{rand}}} - \vec{A} \cdot \vec{D}$$

$\overrightarrow{X_{\text{rand}}}$ is a random position vector selected from the current population. The value of vector A decides whether to perform global or local searches. Cases where $A > 1$ or $A < 1$ are considered global search. Finally, the WOA algorithm terminates when the termination criterion is met.

Particle Swarm Optimization (PSO)

Particle swarm algorithm, which is one of the foundations of metaheuristic algorithms, was developed by Eberhart and Kennedy. This method emerged when herd animals tried to use the shortest path while foraging. The algorithm starts by searching for random solutions from the population and updates their positions and velocities to look for the optimal solution. The search for food by birds in space is likened to seeking a solution to a problem. Birds search for food by following the bird closest to the food. Each particle has its own position and flight speed. In the PSO algorithm, each particle is first placed in random positions (Poli et al. 2007).

$$X_o^i = X_{min} + r(X_{\max} - X_{min}) \quad (6)$$

$$v_\circ^i = \left[\left(X_{min} + r(X_{\max} - X_{min})\right)/\Delta t\right] \quad (7)$$

Here, the expression r is a random number between [0;1], and $X_{\max}$and $X_{\min}$ indicate the upper and lower bounds for the design variables, respectively. For each x_k^i position value in the design space, $f(x_k^i)$ objective function values are determined. The best position p_k^i obtained and the position of the global optimum particle p_k^g are updated up to the iteration step k for particle i.

$$x_{k+1}^i = x_k^i + v_{k+1}^i \Delta t \quad (8)$$

Here, the expression x_{k+1}^i indicates the position at the $k+1$ step for the ith particle, the expression v_{k+1}^i indicates the speed, and the expression Δt indicates the time elapsed in the step. The velocity vector of each particle is updated considering the current position of that particle, its best position, and the best position of the swarm.

$$v_{k+1}^i = w v_k^i + c_1 r_1 \frac{\left(p_k^i - x_k^i\right)}{\Delta t} + c_2 r_2 \frac{\left(p_k^g - x_k^i\right)}{\Delta t} \quad (9)$$

Bat Algorithm

BA was developed by Xin-She Yang(Yang and He 2013) , inspired by the echolocation behavior of bats. Echolocation means positioning by sound. The sound intensity and signal propagation rates produced by bats by echolocation need to be updated as the iteration progresses and approaches the desired target. In the search process, artificial bats are used, which are like real bats with their natural pulse loudness and emission rate. These artificial bats search by imitating real bat. The mathematical model of the bat algorithm is as follows(Fister et al. 2014):

$$f_i = f_{min} + (f_{max} - f_{min})\beta \quad (10)$$

$$v_i^t = v_i^{t-1} + \left(x_i^{t-1} - x_*\right) f_i \quad (11)$$

$$x_i^t = x_i^{t-1} + v_i^t \quad (12)$$

where $\beta \in [0,1]$ is a random vector. The following equations can be used to change the sound intensity and pulse emission rates:

$$A_i^{t+1} = \alpha A_i^t \quad (13)$$

$$r_i^{t+1} = r_i^0[1 - \exp(-\gamma t)] \quad (14)$$

where α is a random number between 0 and 1 and $\gamma > 0$ is a constant First, the algorithm parameters are initialized, generated, and evaluated by the initial population, and then the best solution x_{best} in the population is determined. Then a new solution is generated. Here, virtual bats are moved relative to the search space to update the rules of the bat algorithm. The best solution is developed using random walks. The new solution is evaluated. The best solution is conditionally saved. In the last step: the best solution is found and the best available solution is updated.

DESIGN EXAMPLES AND RESULTS

3.1. Welded Beam Design

The design of the welded beam problem, which is one of the engineering design problems, is discussed. The aim of design is to achieve minimum weight. The design consists of four variables and seven constraints.

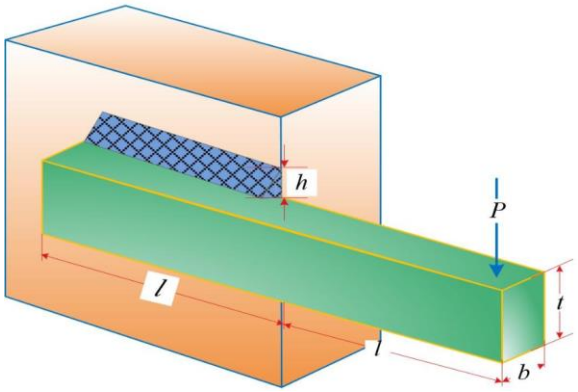


Figure 1. Design of Welded beam

The design of welded beam is made of steel and supports 6000 pound-force. The modulus of elasticity (E) is 30×10^6psi, shear modulus (G) is 12×10^6psi, beam length (L) is 14 in shear stress value is (τ_{max}) 30,000 psi and normal stress value(σ_{max}) is 30,000 psi (Mirjalili, Mirjalili, and Lewis 2014). The problem has four variables: weld thickness (h), weld length (l), beam width (t), and beam thickness (b).

Minimize:

$$f(x) = 1.10471x_1^2x_2 + 0.04811x_3x_4(14.0 + x_2) \quad (15)$$

Subject to:

$$g_1(x) = \tau(x) - \tau_{max} \leq 0(14.0 + x_2) \quad (16)$$
$$g_2(x) = \sigma(x) - \sigma_{max} \leq 0 \quad (17)$$
$$g_3(x) = \delta(x) - \delta_{max} \leq 0 \quad (18)$$
$$g_4(x) = x_1 - x_4 \leq 0 \quad (19)$$
$$g_5(x) = P - P_c(x) \leq 0 \quad (20)$$
$$g_6(x) = 0.125 - x_1 \leq 0 \quad (21)$$
$$g_7(x) = 1.10471x_1^2 + 0.04811x_3x_4(14.0 + x_2) - 5.0 \leq 0 \quad (22)$$

Variable ranges,

$$0.1 \leq x_1 \leq 2\,,\quad 0.1 \leq x_2 \leq 10,\quad 0.1 \leq x_2 \leq 10\,,\quad 0.1 \leq x_3 \leq 10,\quad 0.1 \leq x_4 \leq 2 \quad (23)$$

where,

$$\tau(x) = \sqrt{(\tau')^2 + 2\tau'\tau''\frac{x_2}{2R} + (\tau'')^2} \quad (24)$$

$$\tau' = \frac{P}{\sqrt{2x_1x_2}}, \tau'' = \frac{MR}{J}, M = P\left(L + \frac{x_2}{2}\right) \quad (25)$$

$$R = \sqrt{\frac{x_2^2}{4} + \left(\frac{x_1 + x_3}{2}\right)^2} \quad (26)$$

$$J = 2\left\{\sqrt{2}x_1x_2\left[\frac{x_2^2}{12} + \left(\frac{x_1 + x_3}{2}\right)^2\right]\right\} \quad (27)$$

$$P_c(x) = \frac{4.013E\sqrt{\frac{x_3^2x_4^6}{36}}}{L^2}\left(1 - \frac{x_3}{2L}\sqrt{\frac{E}{4G}}\right) \quad (27)$$

Table 5. Optimum designs of welded beam results

Algorithm	x_1	x_2	x_3	x_4	Optimum weight
WOA	0.205396	3.484293	9.037426	0.206276	**1.730499**
PSO	0.24348	3.04932	8.30663	0.24348	**1.85862**
BA	0.21986	3.50224	8.58467	0.23372	**1.87647**

As seen in Table 1, WOA algorithm gives better results than other algorithms for the welded beam design problem.

3.2. Cellular Beam Design

The goal is to find the minimum weight of the cellular beam. The optimum design problem of cellular beams can be expressed as follows(Dogan and Ozyuksel Ciftcioglu 2020).

$$W = \rho_C AL - \rho_C\left(\pi\left(\frac{D_0}{2}\right)^2 N_b\right) \quad (28)$$

W is the cellular beam weight and $\rho_C$is the density of the steel. A, L, D_0 and N_b represent the total cross-sectional area of the steel profile, the cellular beam length, the body diameter, and the total number of hole Designs are performed according to the LRFD-AISC (Load and Resistance Factor Design - American Institute of Steel Construction) specification.

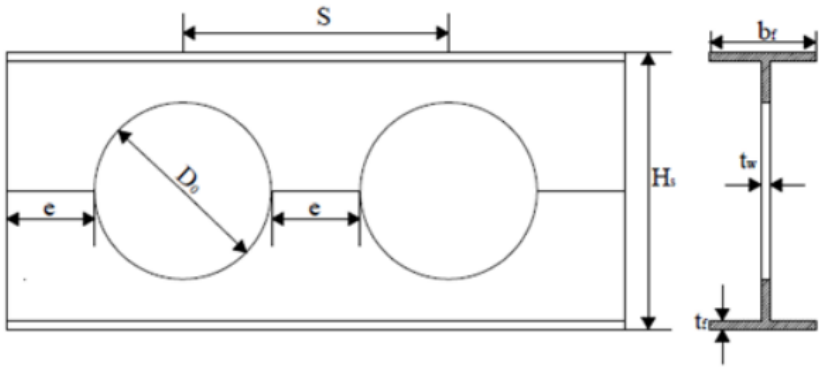


Figure 2. Design of the cellular beam

The constraints of the LRFD-AISC arrangement are used when solving the cellular beams by the optimization method. The beam member profiles are selected from 64 UB sections, starting with the UB 254×102×28 section and ending with the UB 914×419×388 section. The hole diameter is chosen from among 421 values increasing by 1 mm from 180 mm to 600 mm, and the number of holes is selected from 39 values increasing by 1 from 2 to 40 (LRFD-AISC and Design 1999).

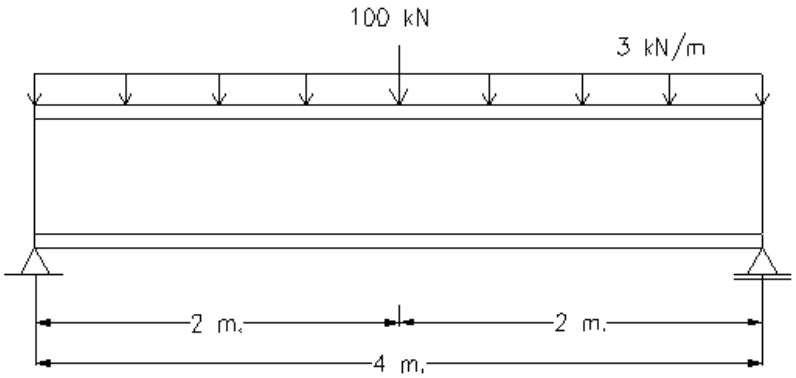


Figure 3. 4m beam si

A simple beam with a length of 4 m is considered. A uniform distributed load of 3 kN/m is applied on the beam and a single load of 100 kN is applied to its midpoint. For this beam to have minimum weight, a solution is made with WOA, PSO, and BA algorithms. The number of holes and the hole diameter is determined in a beam of 4 m in length, considering the limiters.

Table 2. Design of the cellular beam results

Algorithm	Section	Hole Diameter	Number of holes
WOA	UB-305x102x25	405	9
PSO	UB-305x102x25	405	9
BA	UB-305x102x25	405	9

According to Table 2, beam dimensions that can carry loads with minimum cross-section are determined. As a result of the design, it is seen that all 3 algorithms have the same cross-section.

CONCLUSION

The solution is made using metaheuristic algorithms. The benchmark design problem and the cellular beam problem, which is a structural element, are discussed. The goal is to achieve the minimum weight using metaheuristic algorithms. Among many metaheuristic algorithms, the whale algorithm, particle swarm, and bat algorithm are discussed.

First, one of the engineering problems, the welded beam design problem, is solved for these algorithms. The welded beam design problem has four variables and seven constraints. In the problem solved within these limits, the aim is to obtain the minimum weight. When the results are examined, it is observed that the WOA gives better results than PSO and BA. In our other engineering example, it is the cellular beam, which is often used in structures. These beams are highly preferred as they have minimum weight thanks to their cellular structure. When an optimization study is performed for a simple beam of 4 m in length, the section with the minimum weight is determined. The number of gaps to be formed in the beam and the gap diameter is determined. The most suitable one is selected among the 64 sections in the LRFD specification. Looking at the results, it is seen that all algorithms show the same performance.

REFERENCES

Abedinpourshotorban, Hosein, Siti Mariyam Shamsuddin, Zahra Beheshti, and Dayang NA Jawawi. 2016. 'Electromagnetic Field Optimization: A Physics-Inspired Metaheuristic Optimization Algorithm'. *Swarm and Evolutionary Computation* 26:8–22.

Bäck, Thomas. 1995. 'Evolution Strategies: An Alternative Evolutionary Algorithm'. Pp. 1–20 in *European Conference on Artificial Evolution*. Springer.

Bansal, Jagdish Chand, Harish Sharma, and Shimpi Singh Jadon. 2013. 'Artificial Bee Colony Algorithm: A Survey'. *International Journal of Advanced Intelligence Paradigms* 5(1–2):123–59. doi: 10.1504/IJAIP.2013.054681.

Dogan, Erkan, and Aybike Ozyuksel Ciftcioglu. 2020. 'Weight Optimization of Steel Frames with Cellular Beams through Improved Hunting Search Algorithm'. *Advances in Structural Engineering* 23(5):1024–37.

Dorigo, Marco, Mauro Birattari, and Thomas Stutzle. 2006. 'Ant Colony Optimization'. *IEEE Computational Intelligence Magazine* 1(4):28–39.

Erol, Osman K., and Ibrahim Eksin. 2006. 'A New Optimization Method: Big Bang–Big Crunch'. *Advances in Engineering Software* 37(2):106–11.

Eskandar, Hadi, Ali Sadollah, Ardeshir Bahreininejad, and Mohd Hamdi. 2012. 'Water Cycle Algorithm–A Novel Metaheuristic Optimization Method for Solving Constrained Engineering Optimization Problems'. *Computers & Structures* 110:151–66.

Fister, Iztok, Xin-She Yang, Simon Fong, and Yan Zhuang. 2014. 'Bat Algorithm: Recent Advances'. Pp. 163–67 in *2014 IEEE 15th International symposium on computational intelligence and informatics (CINTI)*. IEEE.

Gendreau, Michel, Manuel Iori, Gilbert Laporte, and Silvano Martello. 2006. 'A Tabu Search Algorithm for a Routing and Container Loading Problem'. *Transportation Science* 40(3):342–50.

Gupta, Shubham, Hammoudi Abderazek, Betül Sultan Yıldız, Ali Riza Yildiz, Seyedali Mirjalili, and Sadiq M. Sait. 2021. 'Comparison of Metaheuristic Optimization Algorithms for Solving Constrained Mechanical Design Optimization Problems'. *Expert Systems with Applications* 183:115351. doi: 10.1016/j.eswa.2021.115351.

Kennedy, James, and Russell Eberhart. 1995. 'Particle Swarm Optimization'. Pp. 1942–48 in *Proceedings of ICNN'95-international conference on neural networks*. Vol. 4. IEEE.

LRFD-AISC, Load, and Resistance Factor Design. 1999. 'American Institute of Steel Construction'. *IL, USA* 62–564.

Mareli, M., and B. Twala. 2018. 'An Adaptive Cuckoo Search Algorithm for Optimisation'. *Applied Computing and Informatics* 14(2):107–15.

Mirjalili, Seyedali, and Andrew Lewis. 2016. 'The Whale Optimization Algorithm'. *Advances in Engineering Software* 95:51–67.

Mirjalili, Seyedali, Seyed Mohammad Mirjalili, and Andrew Lewis. 2014. 'Grey Wolf Optimizer'. *Advances in Engineering Software* 69:46–61.

Poli, Riccardo, James Kennedy, and Tim Blackwell. 2007. 'Particle Swarm Optimization'. *Swarm Intelligence* 1(1):33–57.

Rashedi, Esmat, Hossein Nezamabadi-Pour, and Saeid Saryazdi. 2009. 'GSA: A Gravitational Search Algorithm'. *Information Sciences* 179(13):2232–48.

Santarelli, Scott, Tian-Li Yu, David E. Goldberg, Edward Altshuler, Teresa O'Donnell, Hugh Southall, and Robert Mailloux. 2006. 'Military Antenna Design Using Simple and Competent Genetic Algorithms'. *Mathematical and Computer Modelling* 43(9–10):990–1022.

Simon, Dan. 2008. 'Biogeography-Based Optimization'. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 12(6):702–13.

Storn, Rainer, and Kenneth Price. 1997. 'Differential Evolution–a Simple and Efficient Heuristic for Global Optimization over Continuous Spaces'. *Journal of Global Optimization* 11(4):341–59.

Yang, Xin-She, and Xingshi He. 2013. 'Bat Algorithm: Literature Review and Applications'. *International Journal of Bio-Inspired Computation* 5(3):141–49.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Boru içi denetleme robotu model-3: mekanik tasarım

Kardeş Aslan[1*] (Kardeş ASLAN (0000-0002-6081-698X) (orcid.org)), Kürşad Gökçe[2], Şule Arukan Kazimov[3]

[*1,3] Ar-Ge ve İnovasyon Birimi , İstanbul Gaz Dağıtım Anonim Şirketi (İGDAŞ)
Kavacık/Beykoz/İstanbul, Türkiye
[2]Robotik ve Akıllı Sistemler Bölümü (RASG), Raylı Ulaşım Teknolojileri Enstitüsü, TÜBİTAK
Kocaeli, Türkiye, kursad.gokce@tubitak.gov.tr

*Sorumlu yazar e-mail: kardes.aslan@igdas.istanbul

Özet
Boru içi denetleme robotu, 12” ve 16” inchlik çaplara sahip çelik doğal gaz borularındaki anomalileri tespit etmek için tasarlanacak olup proje kapsamında toplam 5 modelden oluşmaktadır. Tasarımın detayları bir önceki bildiride ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Bu çalışmada, 12”-16” çelik doğalgaz dağıtım boru hatlarının ILI (In Line Inspection) yöntemi ile incelenmesinde kullanılacak boru içi denetleme robotunun (BİDR), 3. modeline ait mekanik tasarımında yapılan geliştirmeler, hedeflenen şekil bozukluğu ölçüm sensörü, manyetik akı kaçağı (MFL) ölçüm modeli, veri linki çalışmalarına dair yapılan ilerlemeler ele alınacaktır. MFL sensörü, boruların çeperlerindeki oyuk, tamir yamaları, vana ve kaynak dikişi gibi her türlü anomaliyi tespit edebilir. MFL ve kameralardan alınan veriler, görüntü işleme ve çeşitli yapay zeka teknikleri kullanılarak işlenecek ve korozyonun konumu tespit edilebilecektir.
Anahtar Kelimeler: Boru içi denetleme robotu, manyetik akı kaçağı (MFL), doğalgaz boru hattı.

I. GİRİŞ

Boru hattı ağları, modern yaşamımızın vazgeçilmez bir parçasıdır. Uzun vadede, doğal gaz boru hatları korozyon, kaynak yapma kusurları, üçüncü şahıslardan kaynaklanan hasarlar ve diğer nedenlerden dolayı arızalanırlar. Uzun mesafeli basınçlı doğal gaz borularında meydana gelebilecek sızıntı, çevreye ve insana zarar verebilir. Yanıcı veya patlayıcı maddeler kolayca civardaki çevre üzerinde önemli ölçüde olumsuz etkilere yol açar ve hasarlı boru hatlarından sızıntı meydana gelmesi yakınlarda ikamet eden insanların can kayıplarına veya ekonomik kayıplar yaşamasına neden olabilir. Dolaysıyla boru hatlarını aktif izleme, sık denetim, boru hatlarının güvenli ve verimli bir şekilde işlevlerini sağlayabilmesi, kritik öneme sahiptir. Diğer taraftan boru hatlarını izlemek ve bakımlarını yapmak maliyetli ve zor bir iştir. Çünkü boru hatları oldukça geniş bir alana yayılmıştır ve bir çoğu tehlikeli ortamlarda bulunuyor olabilirler.

Meydana gelebilecek hertürlü olumsuz etkilerin önüne geçmek için boru hatlarının durumunu denetlemek gerekir. Bu iş için yaygın olarak akıllı pigler kullanılır. Bu pigler, genellikle tek bir teknolojiyi kullanarak belirli bir kusur türünü tespit edecek şekilde tasarlanmışlardır. Piglerin çoğu, duvar kalınlığı ölçümleri için bir manyetik akı kaçağı (MFL) sensörü veya bir ultrasonik sensör kullanır. Boruların durumunu denetlemek için gelişmekte olan diğer bir teknoloji boru denetleme robotlarıdır. Boru içi denetleme robotu borununun içindeki tıkanıklık, hasar, bozulma ve korozyon olup olmadığını kontrol eder. PIG’ler pasif olmalarından dolayı robotlara kıyasla daha dezavantajlıdırlar. Gerek PIG’ler gerek robotlar borulardaki sorunları tespit etmek için farklı teknolojileri kullanırlar. (Adegboye ve ark., 2019) makalesinde boru içi denetleme teknolojileri ele alınmıştır. Bunlar, akustik emisyon, fiber optik sensör, yer penetrasyon radarı, negatif basınç dalgası, basınç nokta analizi, dinamik modelleme, buhar örneklemesi, kızılötesi termografi, dijital sinyal işleme ve kütle-hacim dengesi gibi teknolijilerdir. Bu teknolojiler birçok araştırmacılar tarafından donanımsal, yazılımsal veya iç, dış gibi farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Bu teknolojiler (Lu ve ark., 2019) makalesinde de ayrıntılı olarak ele alınmıştır. (Gomes ve ark., 2019) makalesinde, araştırmacılar, gaz algılama teknolojileri konusunda en son teknolojinin derinlemesine bir incelemesini yapmaktadırlar. Ayrıca dönüştürücülerin fırsatlarını ve ana özelliklerini, Nesnelerin İnterneti (IoT) aracılığıyla entegrasyonlarını araştırmaktadırlar. (Al-Okby ve ark., 2021) makalesinde, özellikle laboratuvar ortamında toksik, tehlikeli gazlar ve uçucu kimyasallar için mevcut mobil algılama ve alarm sistemleri araştırılmıştır. Ocak 2010'dan Ağustos 2021'e kadar olan ve kullanılan en yeni sensör teknolojilerini ve sistem bileşenlerini ele alan makaleler derlenmiştir. Aalsalem ve diğerleri (Aalsalem ve ark., 2018), petrol ve gaz endüstrisinin üç sektöründe (yukarı akış, orta akış, aşağı akış) ortaya çıkan çeşitli anormal olayları izlemek için geliştirilen en son sistemlerin veya

tekniklerin kapsamlı bir araştırmasını yapmaktadırlar. Ayrıca, petrol ve gaz endüstrisinde kullanılacak kablosuz sensör ağlarının gereksinimlerini de açıklamaktadırlar.

Ghazali ve diğerleri, (Ghazali ve ark., 2012) makalesinde gaz boru hatlarındaki sızıntı, mikrokontrol temelli bir mobil robot ile tespit etmeye çalışmaktadırlar. (Sharma, 2021)'de bir robot, vektör destek makinaları (SVM) sınıflandırıcısı ve görüntü işleme tekniği kullanarak borulardaki hasarlar tespit edilmeye çalışılmıştır. Kim ve diğerleri (Kim ve ark. 2015), boru hatlarını izlemek, faydalı, doğru veriler elde etmek, onarım ve hassas coğrafi konum bilgisi için robotik, algılama ve Radyo Frekansı Tanımlama (RFID) teknolojilerini birleştiren yeni bir Otonom Bakım sistemi önermektedirler. Zhu ve diğerleri (Zhu ve ark., 2017), boru hatlarında sızıntıdan kaynaklanan negatif basınç dalgasından faydalanarak, kurşun zirkonat titanat sensörleri ile boru hattı sızıntısının hızlı tespiti ve yerinin belirlenmesi için yenilikçi bir yöntem önermektedirler. (Doshmanziari ve ark., 2019) makalesinde, boru hattı boyunca sızıntıyı tespit etmek ve yerini belirlemek için Genişletilmiş Kalman Filtresine dayanan model tabanlı bir yaklaşım önerilmiştir. (Liu ve ark., 2018)'de, dinamik basınç sensörleri kullanılarak, dinamik basınç dalgaları (akustik dalgaların) bilgisayar ortamına alınıp sinyal işleme teknikleri ile sızıntının olup olmadığı ve konumu tespit edilir. Bu teknik şu ilekeye dayanır; boru hattında bir sızıntı meydana geldiğinde, gaz içinde yayılan bir akustik dalgan üretilir. (Latif ve ark., 2020) makalesinde, beyaz zeminde siyah bir çizgiyi takip ederek ilerleyebilen bir robot tasarlanmıştır. Bu robotta , ATmega32A mikrokontroller kullanılmıştır. Robotun ilerleme hızı 150 rpm ile sınırlıdır.(Alshammari ve Chughtai, 2020)'da, IoT kullanan bir endüstriyel izleme sistemi tasarımı sunulmuştur. Gaz sensörü (MQ-5) tarafından yakalanan bilgiler cloud'a gönderilir. Sensör, çok farklı atmosfer koşullarında bile gaz sızıntısını algılayabilmektedir. Tüm bileşenler, kurulumda merkezi işlemci birimi görevi gören bir Arduino (UNO-1) tarafından kontrol edilir. (Aung ve ark., 2019) makalesinde, metal boru boyunca hareket eden, böcek benzeri bir robot, tespit ettiği gaz kaçağını WiFi üzerinden bilgisayara göndermektedir.

Türkiye' de tüketilen doğal gazın %37' sini dağıtan İGDAŞ' ın sahip olduğu çelik boru hatlarının (%25) yaklaşık 400 km'lik kısmı 12'' ve 16'' borulardan oluşmaktadır (2017 İGDAŞ haberler). 12'' ve 16'' çaplarındaki boru hatları içerisinde dolaşarak, üzerinde yer alan özel sensörler ile boru hattındaki bozulmaları hedeflenen performans parametreleri için belli doğruluk (certanity) ve tolerans (belli güven düzeyinde) ile tespit edecek, modüler ve yılansı yapıdaki bir robot kullanımı gerekmektedir. (Tetik ve ark., 2021)'de, geliştirmekte olduğumuz Boru içi Denetleme Robotunun tasarımı ayrıntılı olarak anlatıldı. Bu çalışmada model 3'te yapılan geliştirmeler anlatılacaktır. Bizim çalışmamıza benzer olarak (Li ve ark., 2020) makalesinde de petrol boru hatları için tasarlanmış bir robot için yapılan iyileştirmeler ele alınmıştır. Bu kapsamda bu bildiride BIDR'ın 3. modeline ait mekanik tasarımında yapılan geliştirmeler, hedeflenen şekil bozukluğu ölçüm sensörü, MFL ölçüm modeli, veri linki çalışmalarına dair yapılan ilerlemeler ele alınacaktır.

MEKANİK GELİŞTİRMELER

Model-3 Şekil'de görüldüğü gibi tam mekanik boya sahip olup kamera, sürücü, yönlendirme ve MFL modül tiplerinde toplam 9 modülden oluşmaktadır. Toplamda yaklaşık 135 kg ağırlığında ve 3.2 m uzunluğunda olup, sahip olduğu modüllere ait detaylar

Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1: BIDR Model-3

Tablo 1: Model-3 fonksiyon tablosu

Yeni Notasyon	Önceki Notasyon	MODEL 3
Sürücü Modülü	Tahrik	• 16" ile 12" borular arası redüksiyon geçişi
	Destek	
Yönlendirme Modülü	Yönlendirme	• 45, 90 derece dirsek geçişi • mitered dirsek geçişi
	Güç Modülü	
Kamera Modülü	Haberleşme	
	Görüntüleme ve Aydınlatma Modülü	• Video görüntü kaydı
	Acil Durum Konumlandırma Modülü	• Modül için uygun yapının belirlenmesi • Modül için uygun olan alıcının belirlenmesi
	İşlemci Modülü	• Robota enerji verilmesi ve enerjisinin kesilmesi işlemlerinin yapılması • Yüksek kalitede video görüntülerinin kaydedilmesi
	XYZ Haritalandırma Modülü	• Mekanin yapının oluşturulması
	Şekil Bozukluğu Ölçüm Modülü	• Mekanik yapının oluşturulması •Geometri sensör tasarımı
	Tahrik Modülü	• 16" ile 12" borular arası redüksiyon geçişin yapılması
Kumanda Birimi	Uzaktan Kontrol Birimi	• Robot ikincil sensör verilerinin (basınç, sıcaklık, nem) yansıtılması
MFL		• MFL Kol açma/ kapama • MFL Sensör verilerinin okunması • MFL Sensör verilerinin filtrelenmesi
Veri İşleme ve Raporlama Birimi		• Robottan operatöre iletilen kamera ve sensör verilerinin kaydedilmesi
Launcher / Receiver		•Launcher/Receiver biriminin taslak modelinin oluşturulması • Launcher/Receiver birimi için operasyon prosedürü oluşturulması

Mekanik tasarım

Mekanik tasarımlar bilgisayar destekli tasarım programında üç boyutlu olarak gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan parçaların üretiminde şasi için alüminyum malzeme diğer parçalar için çeşitli malzemelerden (alüminyum, PLA, çelik) hibrid bir yapı kullanılmıştır. Tekerlekler poliüretan malzeme ile kaplanmıştır. Bir önceki Model-2'ye göre mekanik yapıda değişiklikler yapılmış olup yapılan iyileştirme çalışmaları aşağıdaki gibi listelenmiştir;

- Hareket mekanizmaları içerisinde kayış yerine dişli kullanılarak tork artışı sağlanmıştır.
- Robot kollarında bulunan süspansiyon yayları bağımsız hale getirilerek, robotun ilerleme hareketi boyunca stabilizasyon iyileştirilmiştir.
- Yüksek basınç testlerini geçen, motor, enkoder ve kuvvet sensörü gibi bazı elektronik ekipmanlar muhafaza içerisinden basınçlı ortama çıkarılmıştır.
- Sürücü tekerleklerindeki poliüretan yüzey boruya dik basabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede tekerleklerin temas yüzeyi arttırılarak çekiş sistemi iyileştirilmiştir.
- Kamera modülü kollarındaki tekerlekler çift sıralı yapılarak modülün merkezlemesi ve stabilitesi iyileştirilmiştir. Bu sayede kameranın ve lazerin görüntülerindeki titreşim azaltılmıştır.
- Sürücü modülü kollarına destek tekerlekleri eklendi. Bu sayede modülün dirsek geçişi sırasındaki dengelenmesi iyileştirilmiştir.
- Modül çapları arttırılarak iç hacimde kablolamaya ayrılan hacim genişletilmiştir.
- Toplam modül ağırlıklarının artması sonucu kullanılan motor tiplerinde güç mertebesi arttırılmıştır.
- Kuvvet sensörleri ile kol açma mekanizması eksenel olarak yataklanarak ölçülen kuvvet değerleri daha stabil hale getirilmiştir.
- Muhafazalar içerisinde soğutma sıvısı koyulacak şekilde tasarımlar yenilenmiştir. Bu sayede soğutma kapasitesi arttırılmış ve ATEX standartları kapsamında gerekli tedbirler sağlanmıştır.
- Muhafaza çıkışlarına uygun şekilde hermetik rakorlar tasarlanarak yerleşimleri gerçekleştirilmiştir.

- Döndürme mekanizması sürücü modüllerinden kamera modülüne taşınmıştır. Böylece sürücü modülü içerisindeki yoğunluk azaltılmıştır.
- Odometre konik dişlileri daha düşük modüllü olacak şekilde üretilerek okuma hassasiyetinin arttırılması amaçlanmıştır.
- Robot dış yüzeyleri eloksal kaplı alüminyum sac ile kapatılarak bakım kolaylığı sağlamıştır.
- MFL sensör modülü mockup tasarımı içerisindeki yataklamalarda hareket sırasında görülen takılmaların giderilmesi için yataklar genişletilmiş ve sabitleme millerinin konumu yenilenmiştir.
- MFL sensör modülü üzerindeki yay malzemesi değiştirilmiş ve yaylar daha dayanıklı hale getirilmiştir.

Kinematik Benzetim:

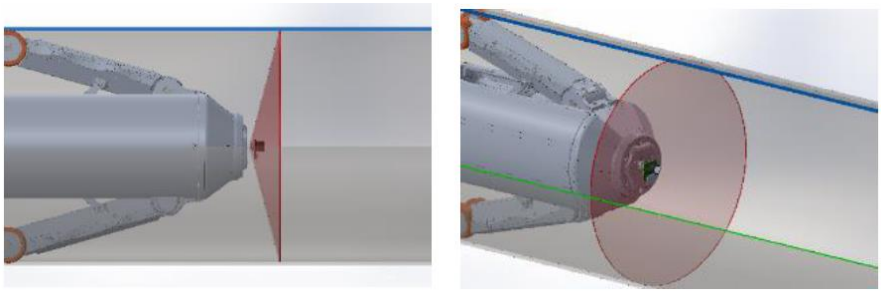
- Simülasyon yazılımı üzerinde boru içi denetleme robotunun yeni mekanik modeli oluşturulmuştur.
- Modele kuvvet sensörü, odometre, kamera, mesafe ve ovalite sensörleri eklenmiştir.
- Robotun yeni mekaniksel tasarımı ile hareket kabiliyeti ve kontrolü CoppeliaSim simülasyon ortamında çalışılmıştır.
- MATLAB ile simülasyon ortamı haberleştirilmiş, robot temel fonksiyonları (kol açma/kapama, ileri/geri hareket, yönlendirme, döndürme) kontrol edilmiştir.
- 90 derece yatay ve dikey dirsek geçiş kontrolü sağlanmıştır.

III. BİDR ÖLÇÜM SENSÖRLERİNDE YAPILAN GELİŞTİRMELER

Bu bölümde Boru içi denetleme robotunun ölçüm sensörleri ve haberleşmesinde sağlanan ilerlemeler anlatılmıştır.

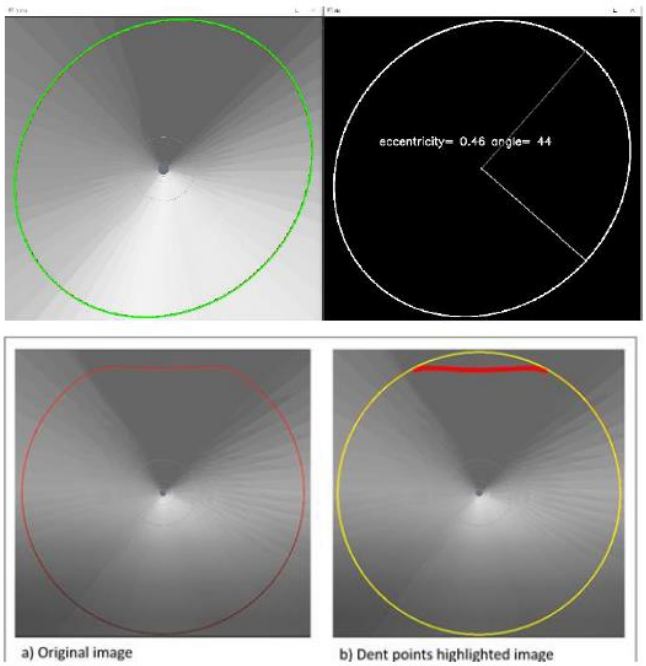
Şekil Bozukluğu Ölçüm Sensörü

Şekil bozukluğunun ölçülmesinde; yüzeye temas ederek ölçüm alan kaliper sensörü, lazer profil sensörü ve robotun merkezinden lazer yansıtarak görüntü işleme ile ölçüm yapıldığı farklı teknolojiler bulunmaktır. Proje kapsamında görüntü işleme ile ölçüm yapılması tercih edilmiştir. Görüntü işlemede kullanılacak lazer ünitesi temin edilmiş, uygun konik ayna tasarımı ve temin çalışmaları devam etmektedir. Üç boyutlu ortamda Şekil' de verildiği gibi lazer projeksiyonu benzetim çalışmaları yapılmıştır.



Şekil 2: Lazer projeksiyon benzetim çalışması.

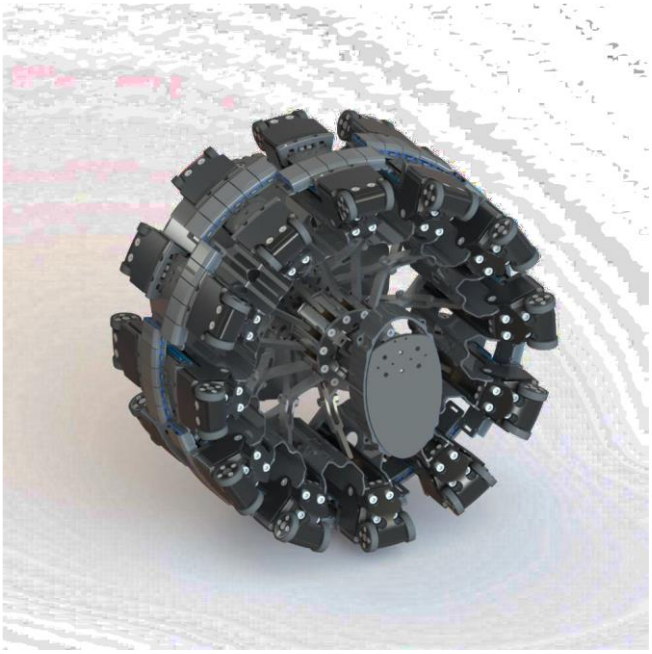
Benzetim çalışmalarından elde edilen videolar sinyal işleme çalışmalarında kullanılmış, Şekil'de belirtildiği gibi örnek ovalite bozuklukları ve göçükler (dentler) tespit edilmiştir.



Şekil 3: Ovalite ve göçük tespiti.

MFL ölçüm modülü

MFL modülünün mekanik tasarımı yapılan testler sonrasında iyileştirilmiş, boyunduruk yapısı ve MFL modülü Şekil'teki gibi tekrar tasarlanmıştır.



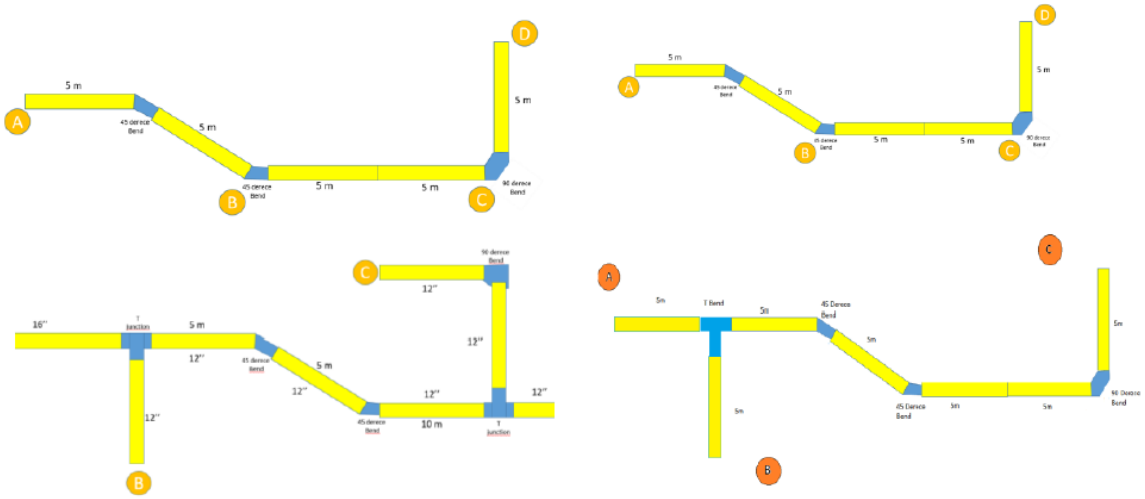
Şekil 4: MFL Modülü

MFL modülü kol açma-kapama fonksiyonunu yerine getirecek donanım ve yazılım tamamlanmıştır. MFL üzerindeki alan etkili sensörler ile veri okuma çalışmaları gerçekleştirilmiştir. MFL sensörünün ölçüm kabiliyeti çeyrek borular üzerinde oluşturulmuş standart dâhilindeki hataların ölçümleri ile test edilmiştir. MFL test düzeneği ile üzerinde metal kayıpları bulunan çeyrek borular teste tabi tutulmuştur. Testler sonucunda, MFL mıknatıslarının boruyu doyurabildiği ve hasarların yüksek doğruluk ile ölçülebildiği gözlemlenmiştir.

Veri Linki

Daha önce frekans baremi belirlenmişti. Bu modülde deneysel testler yapılmış seçilen frekans aralığının doğrulanması ve anten tiplerinin test edilmesi çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar ortamında,

Şekil'de çizimleri verildiği gibi çeşitli boru hattı örnekleri oluşturularak veri linki testleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5: Haberleşme testlerinde kullanılan test boru hatları.

Labratuvar ortamında oluşturulan boru hattında yapılan haberleşme testleri 868 Mhz ile 930 Mhz bant aralığında gerçekleştirilmiştir. Yapılan testlerde T bağlantıların iletişim kayıplarına yol açabildiği bu durumun önlenebilmesi için reflektör kullanımının değerlendirilmesi gerektiği görülmüştür. Gerçek sahada testler (bkz. Şekil) için yeni döşenen 12'' Deliklikaya çelik boru hattı kullanılmıştır. Yaklaşık 2.4 km uzunluğundaki boru hattı 42 adet dirsek ve 3 adet özel geçiş (dere, tren yolu) içermektedir. 2.4km lik saha testinde seçilen frekans aralığında görüntü aktarımı başarı ile sağlanmıştır.



Şekil 6: MFL Deliklikaya hattında test antenleri yerleşimleri ve alınan anlık video görüntüsü.

IV. SONUÇ

Bu çalışmada, gaz akışında kesintiye yol açmadan boru hatının haritalanmasını ve denetlenmesini sağlayan boru içi denetleme robotunda sağlanan gelişmeler ele alınmıştır. Modül-3'te Robot kollarında bulunan süspansiyon yayları bağımsız hale getirilerek, robotun ilerleme hareketi boyunca stabilizasyon iyileştirilmiştir. Yüksek basınç testlerini geçen, motor, enkoder ve kuvvet sensörü gibi bazı elektronik ekipmanlar muhafaza içerisinden basınçlı ortama çıkarılmıştır. Kamera modülü kollarındaki tekerlekler çift sıralı yapılarak modülün merkezlemesi ve stabilitesi iyileştirilmiştir. Muhafazalar içerisinde soğutma sıvısı koyulacak şekilde tasarımlar yenilenmiştir. Döndürme mekanizması sürücü modüllerinden kamera modülüne taşınmıştır. Böylece sürücü modülü içerisindeki yoğunluk azaltılmıştır. Odometre konik dişlileri daha düşük modüllü olacak şekilde üretilerek okuma hassasiyetinin arttırılması amaçlanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, TUBITAK-RUTE de yürütülen Boru İçi Denetleme Robotu Geliştirme Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı kendilerine teşekkürü bir borç biliyoruz.

KAYNAKLAR

Aalsalem MY, Khan WZ, Gharibi W, Khan MK, Arshad Q. Wireless Sensor Networks in oil and gas industry 2018. Recent advances, taxonomy, requirements, and open challenges. *J Netw Comput Appl*. 113(April):87-97.

Adegboye MA, Fung WK, Karnik A. Recent advances in pipeline monitoring and oil leakage detection technologies 2019. Principles and approaches. Sensors (Switzerland). 19(11).

Al-Okby MF, Neubert S, Roddelkopf T, Thurow K 2021. Mobile Detection and Alarming Systems for Hazardous Gases and Volatile Chemicals in Laboratories and Industrial Locations. Sensors. 21(23).

Alshammari BF, Chughtai MT 2020. IoT Gas Leakage Detector and Warning Generator. Eng Technol Appl Sci Res. 10(4):6142-6146.

Aung PN, Wai MMM, Htay LL 2019. WiFi Based Gas Pipe Leakage Detector Insect Robot using PI3. Int J Trend Sci Res Dev. 3(5):558-564.

Doshmanziari R, Khaloozadeh H, Nikoofard A 2019. Gas pipeline leakage detection based on sensor fusion under model-based fault detection framework. J Pet Sci Eng. 84(September 2019).

Ghazali MZ, Noor NM, Ramly N, Putit S 2012. Development of microcontroller based mobile gas sensing robot. Procedia Eng. 41(Iris):1190-1196.

Gomes JBA, Rodrigues JJPC, Rabêlo RAL, Kumar N, Kozlov S 2019. IoT-enabled gas sensors: Technologies, applications, and opportunities. J Sens Actuator Networks. 8(4).

Kim JH, Sharma G, Boudriga N, Iyengar SS, Prabakar N 2015. Autonomous pipeline monitoring and maintenance system: a RFID-based approach. Eurasip J Wirel Commun Netw. 2015(1):1-21.

Latif A, Widodo HA, Rahim R, Kunal K 2020. Implementation of line follower robot based microcontroller atmega32a. J Robot Control. 1(3):70-74.

Li H, Li R, Zhang J, Zhang P 2020. Development of a pipeline inspection robot for the standard oil pipeline of china national petroleum corporation. Appl Sci. 10(8).

Liu C, Li Y, Fang L, Xu M 2019. New leak-localization approaches for gas pipelines using acoustic waves. Meas J Int Meas Confed. 134:54-65.

Lu H, Iseley T, Behbahani S, Fu L 2020. Leakage detection techniques for oil and gas pipelines: State-of-the-art. Tunn Undergr Sp Technol. 98(September 2019).

Sharma RR 2021. Gas Leakage Detection in Pipeline by SVM classifier with Automatic Eddy Current based Defect Recognition Method. J Ubiquitous Comput Commun Technol. 3(3):196-212.

Tetik Y. E, Yavaşoğlu H. A., Canbak O., Altunkaya U., Gökçe K., Sonkaya F., Balaman M. H., Erkan Sunan, Büyükbaskın L. A., Aydın H., Taşan Y., Güner M., Yılmaz M., Arpat Y 2021. BİDR: Boru İçi Denetleme Robotu.

Zhu J, Ren L, Ho SC, Jia Z, Song G 2017. Gas pipeline leakage detection based on PZT sensors. Smart Mater Struct. 26(2). doi:10.1088/1361-665X/26/2/025022

2017 İGDAŞ haberler. Accessed May 1, 2019. https://www.igdassosyal.com

➢ *ORAL PRESENTATION*

Optimization of Controller Gain Parameters for Servo Motor

Ali Kemal SARI [1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8727-5175*),
Hasan Tiryaki [1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9175-0269*)

[*1]Istanbul University – Cerrahpasa, Electrical Electronics Engineering, Istanbul, Turkey

* Corresponding author: akemalsr@gmail.com

Abstract
Servo motors are widely used in industrial areas for precise position movements. For this reason, determining the most suitable gain parameters for the system during the sensitive motion control process gains a special importance. In this study; Precise control is provided for the servo motor model by using Proportional-Integral (PI), Proportional-Integral-Derivative (PID) and Fractional-Order Proportional-Integral-Derivative (FOPID) controllers. PI controller consists of two parameters, PID controller consists of three parameters, and FOPID controller consists of five parameters. As the parameters of these controllers increase, it enables precise control and complicates the optimization process of the controller. Since controller optimization is difficult to calculate with traditional mathematical methods, Salp Swarm Algorithm (SSA), Atom Search Optimization (ASO), Fire-Moth Optimization (MFO) and Coronavirus Herd Immunity Optimization (CHIO) algorithms, which are nature-inspired (meta-heuristic) optimization algorithms were used. The system output response curves were examined by testing these four optimization algorithms separately with PI controller, PID controller and FOPID controller on the servo motor model. Evaluation was made by comparing the rise time and percent overshoot of the system response curves. According to this evaluation, it has better system response curve performance than other controllers and algorithms, as it is seen that it has the shortest rise to steady state and the least percentage overshoot with the Salp Swarm Algorithm (SSA) optimized with FOPID controller.
Keywords: Servo motor, PI Controller, PID Controller, FOPID Controller, Optimization Algorithm

Özet
Servo motorlar endüstriyel alanlarda hassas pozisyon hareketleri için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle hassas hareket kontrol işlemi sırasında sistem için en uygun kazanç parametrelerinin belirlenmesi ayrı bir önem kazanmaktadır. Bu çalışmada; Oransal-İntegral (PI), Oransal-İntegral-Türev (PID) ve Kesir Dereceli Oransal-İntegral-Türev (FOPID) kontrolörlerden faydalanılarak servo motor modeli için hassas denetim kontrolü sağlanmıştır. PI kontrolör iki parametreden, PID kontrolör üç parametreden, FOPID kontrolör ise beş parametreden oluşmaktadır. Bu kontrolörlerin parametreleri arttıkça hassas denetim yapmasını sağlarken kontrolörün optimizasyon işlemini zorlaştırır. Kontrolör optimizasyonunun geleneksel matematiksel yöntemlerle hesaplanması zor olduğu için doğadan esinlenilen (meta-sezgisel) optimizasyon algoritmalardan olan Salp Sürüsü Algoritması (SSA), Atom Arama Optimizasyonu (ASO), Ateş-Güve Optimizasyonu (MFO) ve Koronavirüs Sürü Bağışıklığı Optimizasyonu (CHIO) algoritmaları kullanılmıştır. Kullanılan bu dört optimizasyon algoritmaları, servo motor modeline PI kontrolör, PID kontrolör ve FOPID kontrolör ile ayrı ayrı denenerek sistem çıkış cevap eğrileri incelenmiştir. Sistem cevap eğrilerinin yükselme süresi ve yüzde aşım miktarı karşılaştırılarak değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmeye göre FOPID kontrolörü ile optimize edilen Salp Sürüsü Algoritması (SSA) ile kararlı hale en kısa yükseldiği ve en az yüzde aşım miktarına sahip olduğu görülerek diğer kontrolör ve algoritmalara göre daha iyi sistem cevap eğrisi performansına sahip olduğuna karar verilmiştir.
Anahtar Kelimeler: Servo motor, PI Kontrolör, PID Kontrolör, FOPID Kontrolör, Optimizasyon Algoritması.

INTRODUCTION

Servo motors have long been widely used in the control field because of their many good properties. For example; such as high starting torque characteristic, high response performance, precise position control. With the development of servo motor systems, great developments have been achieved in robotics, aviation and industry. In servo motor systems, the desired speed-position control is controlled by the controller with the mechanical speed information received from the encoder. The gain values of these controllers are very important to minimize the error parameter. Many nature-inspired meta-heuristic search algorithms have been developed today to find the gain values.

Today, many meta-heuristic algorithms inspired by nature have become increasingly important (Tzanetos and Dounias, 2021). Inspired by the interatomic repulsion and pull forces, he developed the Atom Search Algorithm (ASO) (Zhao et al., 2018). Inspired by the movements of moth butterflies around the fire source, the Fire-Moth Optimization (MFO) algorithm was developed (Mirjalili, 2015). Salp Swarm Algorithm (SSA) was developed by deriving the mathematical model of the herd hunting technique of Salp (Mirjalili, 2017). The Coronavirus Herd Immunity Optimization (CHIO) algorithm was developed by examining the contagion movement of the Covid-19 Coronavirus pandemic, which started in Wuhan, China in 2019 and spread to the world (Al-Betar et al., 2021). In their study in 2021, Arıkuşu and Bayhan examined the PID Controller design based on the Coronavirus Herd Immunity Optimization Algorithm for the Automatic Voltage Regulator (AVR) and gave successful results compared to other control methods (Arıkuşu and Bayhan, 2021). Podlubny has shown that derivative and integral powers in PID Controllers can be used in a larger search space by using fractional order mathematics (Podlubny, 2003). Göktürk's study in 2009; Fraction order PIDs (FOPID) with 5 parameters gave more successful results than classical PID controllers with 3 parameters (Göktürk, 2009). In Sezer's study, Fractional Order PID and Gas Turbine Power Plant system were examined with meta-heuristic algorithms and successful results were obtained with Artificial Bee Colony (ABC) algorithm and Gray Wolf Optimization (GWO) algorithm (Sezer, 2021).

In this study, the servo motor system was controlled with MATLAB Simulink simulation PI/PID/FOPID Controllers, inspired by nature, Salp Swarm Algorithm (SSA), Atom Search Optimization (ASO), Fire-Moth Optimization (MFO) and Coronavirus Herd Immunity Optimization (CHIO). Gain values of PI/PID/FOPID Controllers were compared with algorithms.

SERVO MOTOR SYSTEM

Servo motors; Also known as permanent magnet synchronous motor. Basically, there are two types as Alternating Current (AC) and Direct Current (DC) Servo Motor. Alternating Current Servo motor control system is shown in Figure 1.

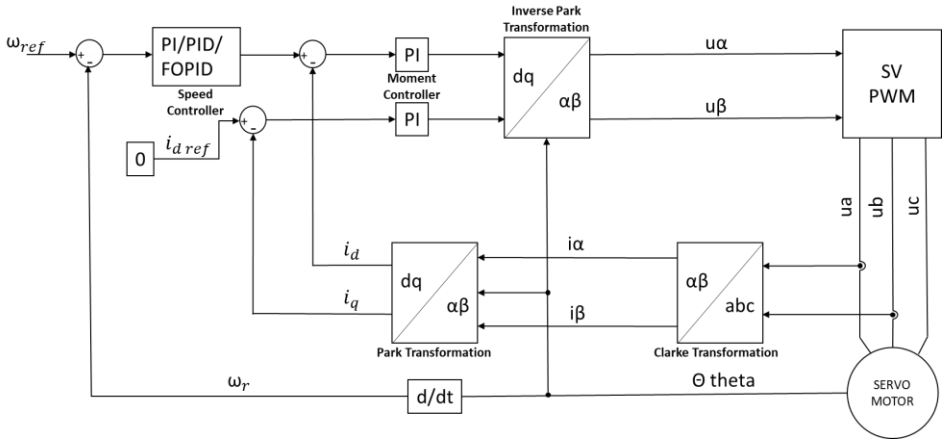


Figure 1. Servo motor controller system model

Motor dynamic equations can be solved in conversions between phase planes used in system modeling of three-phase alternating current servo motors. Generally, three-phase fixed plane to two-phase fixed plane with Clarke transform, two-phase fixed plane to three-phase fixed plane with Inverse Clarke transform, two- or three-phase fixed plane to two-phase rotor plane with Park transform, and two-phase rotor plane to two-phase with Reverse Park transform. It is also performed as a three-phase fixed plane transformation. The electrical and mechanical equations of the servo motor in the rotor reference (d-q) frame are summarized as follows.

$$u_d = R_s i_d + \frac{d\phi_d}{dt} - \omega_e \phi_d \quad (1)$$

$$u_q = R_s i_q + \frac{d\phi_d}{dt} - \omega_e \phi_d \quad (2)$$

$$\phi_d = L_d i_d + \phi_r \quad (3)$$

$$\phi_q = L_q i_q \quad (4)$$

In this context, u_d, u_q and i_d, i_q are d_q frame stator voltages and currents, respectively. L_d and L_q, d_q are axis inductances. ϕ_d and ϕ_q are d_q stator flux connections. ϕ_r, R_s and ω_e are rotor flux coupling, stator resistance and electric angle velocity, respectively. It is expressed in equation (5) for motor dynamics.

$$\frac{d\omega_r}{dt} = \frac{1}{J}(T_e - T_m - B\omega_r) \tag{5}$$

The corresponding electric torque is expressed in equation (6).

$$T_e = \frac{3}{2}P_n\left[\phi_r i_q + \left(L_d - L_q\right)i_d i_q\right] \tag{6}$$

In this context J, B, ω_r and P_n are inertia, coefficient of friction, mechanical angle velocity and number of pole pairs, respectively (Kürüm and Akın, 2017). Servo motor parameter values are given in Table 1. Servo motor controller MATLAB Simulink model is given in Figure 2.

Table 1. Servo Motor Parameter Values

PARAMETER NAME	VALUE
Stator Resistance	0.266Ω
Stator Inductance d-axis	3.488 µH
Stator Inductance q-axis	3.488 µH
Rated Speed	330 dev/dk
Rated Torque	145.67Nm
Moment of Inertia	0.4224 kgm^2
Number of Pole Pairs	17

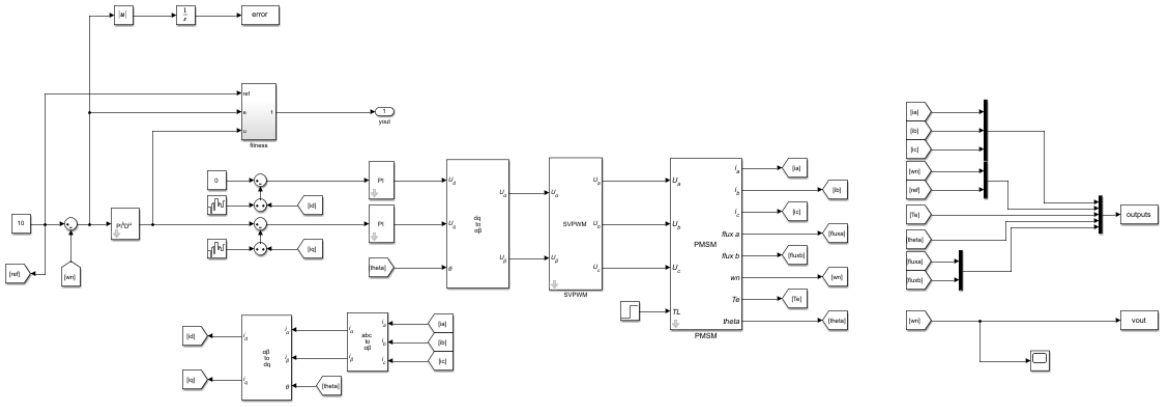


Figure 2. Servo motor controller MATLAB Simulink model

The MATLAB Simülink simulation of the servo motor controller system model given in Figure 1. is given in Figure 2. According to this model, the first two of the phase currents of the Motor (i_a, i_b) are measured, where i_c is calculated with $i_a + i_b + i_c = 0$. i_a and i_b currents are found by transforming to 3-axis 2 dimensional coordinate system formed by 3 phase currents with Clark transform, the angle between i_a and i_b is 90° degrees. Here, 2-axis stator currents are converted to 2-axis orthogonal coordinate system with rotor flux with Park transform. As a result, i_d and i_q are obtained using the rotor angle i_a, i_b and θ (theta). The angle between these two currents is 90° degrees. At steady state these currents remain constant. Here i_d produces the magnetizing flux of the rotor, i_q produces the output of the motor. These currents are regulated by PI Controllers and give U_d and U_q output voltages. Using the Inverse Park Transform, the voltages U_d and U_q are transformed into U_α and U_β with θ (theta). U_α and U_β voltages are converted to U_a, U_b and U_c in the 3-phase coordinate system with the Space vector modulation (PWM) algorithm. (Erünlü 2014) It is aimed to minimize the error by adding PI/PID/FOPID as speed controller for the desired reference angular at the beginning of this closed loop.

PI, PID AND FRACTIONAL ORDER PID (FOPID) CONTROLLER

Controllers provide stable operation of the system by calculating the error in industrial control systems, that is, the difference between the intended system state and the current system state, and minimizing the error in feedback control systems. Classical PID controllers have 3 parameters: Proportional Gain (Kp), Integral Gain (Ki) and Derivative Gain (Kd). Proportional Gain (Kp) provides the desired value to be reached quickly, but it causes overshoot. Integral Gain (Ki) is used to reduce steady state error. The Derivative Gain (Kd) will temporarily shorten the system response time and reduce the overshoot, but can cause oscillations if high values are applied. In addition, fractional order PID Controllers have the power of integral and derivative terms with fractional numbers. With $\lambda \in \mathbb{R}$, "λ" is the integral power, and $\mu \in \mathbb{R}$ is the derivative power. Figure 3. FOPID λ and μ parameter graphs are given.

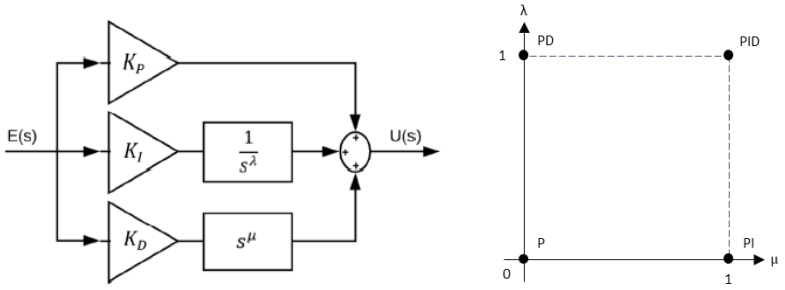


Figure 3. FOPID λ μ parameter graph

FOPID controllers consist of 5 parameters, K_p, K_i, K_d, λ and μ parameters. When λ=1 and μ=1, it becomes a classical PID controller, and when λ=1 and μ=0, it becomes a PI controller. Since the number of parameters is higher in FOPID controllers, it provides the opportunity to make more precise gain adjustment in a wide search space. However, the increase in the number of parameters makes it difficult to determine and optimize the parameters. Equations of PI, PID and FOPID Controllers in t time and s-plane are shown below.

PI Controller;

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t)dt \tag{7}$$

Laplace transform;

$$u(s) = K_p + K_i \frac{1}{s} \tag{8}$$

PID Controller;

$$u(t) = K_p\, e(t) + K_i \int_0^t e(t)dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \tag{9}$$

Laplace transform;

$$u(s) = K_p + K_i \frac{1}{s} + K_d s \tag{10}$$

FOPID Controller;

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t)dt^{\lambda} + Kd\, \frac{de(t)^{\mu}}{dt} \tag{11}$$

Laplace transform;

$$u(s) = Kp + Ki\, \frac{1}{s^\lambda} + Kd\, s^\mu \tag{12}$$

METAHEURISTIC OPTIMIZATION ALGORITHMS

Metaheuristic optimization algorithms are alternative methods used to reach the desired result in an acceptable time with mathematical models inspired by the structures in nature of algorithms that are difficult to calculate with traditional classical methods today. In metaheuristic algorithms, the aim is to find the optimum solution according to the objective function in the search space. In the literature, there is a certain objective function according to the approach method (Almabrok et al., 2018). The aim of this study; Since it has the shortest settling time and the least amount of overshoot, an optimization search was made with the Integral of the Absolute Value of Error (ITAE) objective function given in Equation(13).

$$ITAE = \int_0^T t|e|\,dt \tag{13}$$

In this study, ASO, MFO, SSA and CHIO algorithms were applied in the servo motor model and the controller gain parameters were compared. Salp Swarm Algorithm (SSA) proposed in this study is described below.

Proposed Method: Salp Swarm Algorithm (SSA)

Salps are sea-like creatures to the colorless jellyfish as in Figure 4(a). Salps living in flocks form a chain by clinging to each other while hunting, as in Figure 4(b). In this way, they hunt by scanning a large area. As in Figure 4(c), the salp swarm directs the leading flock; the leader is pure, the others are followers. (Mircalili, 2015)

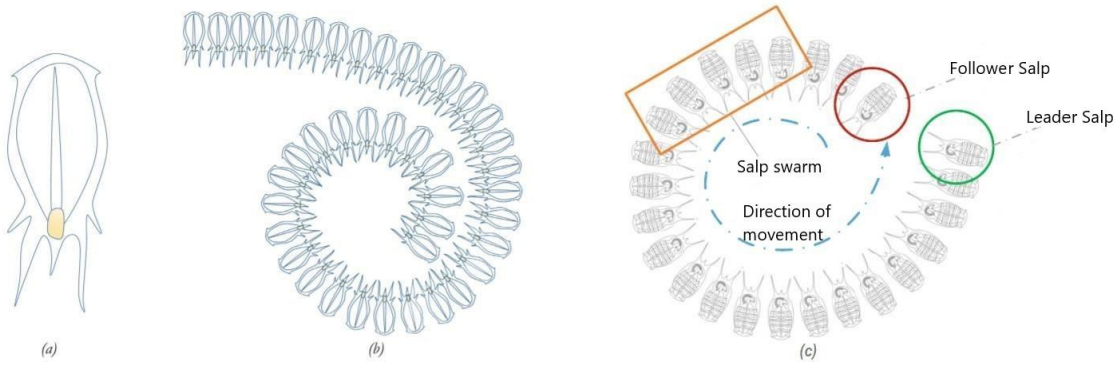


Figure 4. (a) Salp, (b) Salp swarm, (c) Salp swarm hunting hierarchy

Salp swarm algorithm was created by making use of this hunting behavior to find food. At the beginning of the algorithm, swarm individuals are randomly distributed, and fitness values are calculated according to the objective function. The salp with the best fit position value is the leading raft, the other salps follow it without breaking the chain. This process is repeated for the number of iterations in the algorithm. The mathematical model of the leader salpin displacement movement is given in equation (14).

$$X^{1(leader)} = \begin{cases} X_{food} + c_1.((ub - lb).c_2 + lb), & c_3 \geq 0 \\ X_{food} - c_1.((ub - lb).c_2 + lb), & c_3 < 0 \end{cases} \tag{14}$$

In equation(14), $X^{1(leader)}$ represents the leader salpin position and X_{food} represents the food position. Here, c_2 and c_3 are random numbers in the range of [0,1] and are calculated with $c_1 = 2e^{-(4l/L)}$. In Equation (15), movements of other follower salps other than the leader salp are given. X_{new} indicates the updated positions of the salps.

$$X_{new}^{i} = \frac{X^{i} + X^{i-1}}{2} \tag{15}$$

The algorithm is repeated as many as the number of iterations. At the end of the iterative process, the location with the best fitness value is assigned as the output of the algorithm.

RESULTS and DISCUSSION

Servo motor MATLAB Simulink model is shown in Figure 2. In this study, the simulation angular velocity was applied as a reference value of 10 rad/sec. PI/PID/FOPID Controller gain parameter optimization is done with each ASO, MFO, SSA and CHIO algorithms in order to minimize the error parameter with ITAE objective function. Controller gain parameter values are given in Table 2.

Table 2. Controller Gain Parameter Values

ALGORITHM-CONTROLLER	K_P	K_I	K_D	λ	μ
ASO-FOPID	3.9479	2.6795	4.2691	0.2259	0.9859
MFO-FOPID	3.6755	18.6319	18.8301	0.6159	0.0010
SSA-FOPID	3.9136	11.7055	9.8750	0.8036	0.4522
CHIO-FOPID	1.3932	4.8530	2.1094	0.0724	1.4865
ASO-PID	3.9283	4.7553	5.3331	1	1
MFO-PID	3.8651	6.4837	4.9198	1	1
SSA-PID	3.8393	13.1312	5.0159	1	1
CHIO-PID	5.2243	12.8019	13.0443	1	1
ASO-PI	6.0332	9.9172	0	1	1
MFO-PI	6.2544	20.000	0	1	1
SSA-PI	6.1507	10.7241	0	1	1
CHIO-PI	4.0767	1.8734	0	1	1

The optimization graph of the controller gain parameters is shown in Figure 5. In order to compare the optimized algorithms and controllers, 0-100% and 10%-90% rise time, 2% and 5% settling time and overrun amounts accepted in the literature are given in Table 3 (Ogata, 2010).

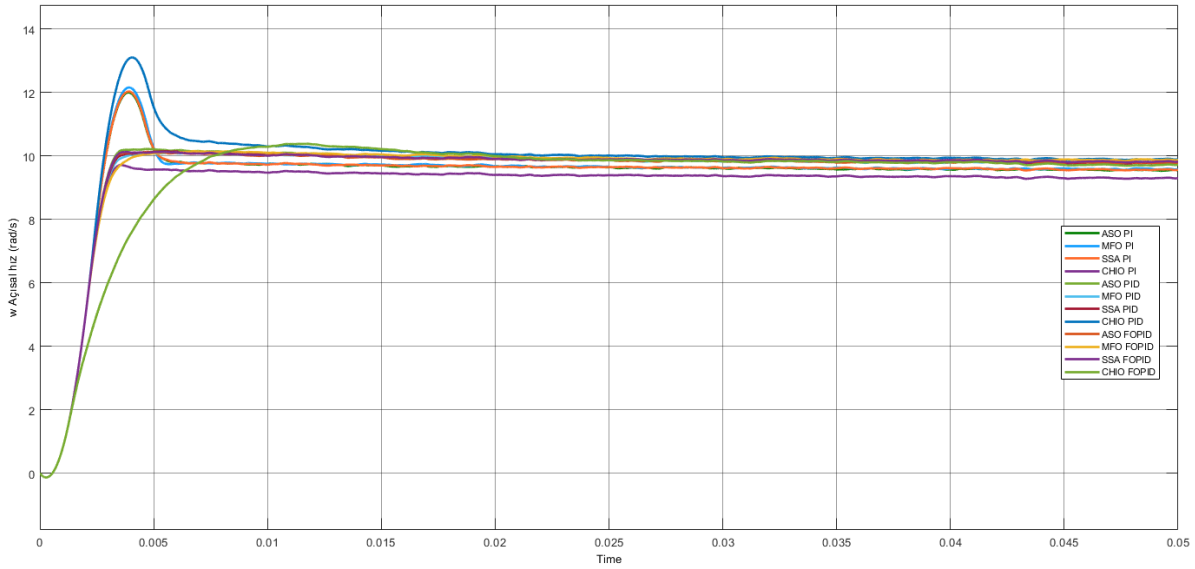


Figure 5. PI/PID/FOPID Controllers vs. ASO, MFO, SSA and CHIO optimization graph

Tablo 3. Algorithm-Controller Transient Criteria and Values

ALGORITHM-CONTROLLER	Rise time (ms) 0%-100%	Rise time (ms) 10%-90%	Settlement time (ms) 5%	Settlement time (ms) 2%	Maximum overshoot
ASO-FOPID	3.401	1.785	3.061	3.226	%1.3
MFO-FOPID	4.264	1.890	3.285	3.692	%1.5
SSA-FOPID	**3.369**	**1.880**	**3.052**	**2.221**	**%1.3**
CHIO-FOPID	7.596	4.371	6.281	7.031	%3.8
ASO-PID	3.319	1.769	3.035	3.244	%2.2
MFO-PID	3.848	1.817	3.119	3.339	%1
SSA-PID	3.498	1.796	3.081	3.260	%1.5
CHIO-PID	2.822	1.559	6.474	13.309	%31.1
ASO-PI	2.902	1.500	4.830	-	%20
MFO-PI	2.888	1.593	4.882	-	%21.6
SSA-PI	2.899	1.598	4.843	-	%10.3
CHIO-PI	-	1.861	-	-	-

If Figure 5 and Table 3 are examined, it is seen that although the rise times of the algorithms optimized with the PI Controller are less than the algorithms optimized with PID and FOPID, the percentage overrun amounts are higher. At the same time, it is seen that the algorithms optimized with the PI controller cannot settle in the 2% settlement area. As a result of the PID Controller and the CHIO algorithm, it is seen that the rise time is low, but the percentage overrun amount and settling time are high. If the percentages of overruns are checked, it is seen that the ASO-FOPID, MFO-FOPID, SSA-FOPID, MFO-PID and SSA-PID Controller algorithms do not exceed the 2% excess.

CONCLUSIONS

While the system output curves of the controller gain parameters for the servo motor are examined; The PID controller provided better system performance than the PI Controller, while the FOPID Controller provided the best system performance compared to PI and PID controllers. As a result of algorithm optimizations with PI/PID/FOPID Controllers, it is showed that the SSA-FOPID controller algorithm has the shortest rise time among the controller algorithms that do not exceed 2% overshoot. For this reason, optimization of the FOPID controller and the Salp Swarm Algorithm for the servo motor gives the best system performance.

REFERENCES

Almabrok A., Psarakis M. and Dounis A., 2018, Fast Tuning of the PID Controller in An HVAC System Using the Big Bang–Big Crunch Algorithm and FPGA Technology, algorithms, cilt 11, p. 146.

Arıkuşu Y. and Bayhan N., 2021 Otomatik Gerilim Regülatörü için Koronavirüs Sürü Bağışıklığı Optimizasyonu Tabanlı PID Kontrolör Tasarımı, TOK 2021 Otomatik Kontrol Ulusal Kongresi, 177-182

Erünlü G., 2014, Sabit Mıknatıslı Senkron Motorların Servo Uygulamalarında PID Kontrolör Parametrelerinin Otomatik Ayarlanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Göktürk, E., 2009. Kesirli PID Tasarım Yöntemi ve Klasik PID ile Karşılaştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kürüm H. Y. and Akın E., 2017, Sabit Mıknatıslı Senkron Motorun Parametre Tespiti, Science and Engeering Journal of Fırat University, 30 (1), 183-191 , 2018

Al-Betar M.A., Alyasseri Z.A.A., Awadallah M.A, ve Doush I.A., 2021. Coronavirus herd immunity optimizer (CHIO) Neural Computing and Application, Cilt: 33, s: 5011–5042

Mirjalili S., 2015, Moth-FlametOptimizationtAlgorithm: A Novel Nature-InspiredtHeuristic Paradigm, Knowledge-Based Systems, cilt 89, pp. 228-249.

Mirjalili, S., Gandomi, A. H., Mirjalili, S.Z., Saremi, S., Faris, H. ve Mirjalili, S.M., 2017. Salp Swarm Algorithm: A Bio-Inspired Optimizer for Engineering Design Problems, Advances in Engineering Software, 114, 163-191.

Ogata K., 2010, Modern Control Engineering, Pearson, pp. 567-641

Podlubny I., 2003, Fractional-OrdertSystemstandtFOPID-Controllers, Inst. Exp. Phys., Slovak Acad. Sci., cilt 44, no. 1.

Sezer K. S., 2021. Metasezgisel Algoritmalarla Optimize Edilmiş Kesir Dereceli PID kontrolörler ile Gaz Türbin Elektrik Santralinin Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Tzanetos A. and Dounias G., 2021, Nature inspired optimization algorithms or simply variations of metaheuristics?, Artifcal Intelligence, 54, 1841–1862

Zhao, W., Wang, L. ve Zhang, Z., 2018. A Novel Atom Search Optimization for Dispersion Coefficient Estimationtin Groundwater, Future Generation Computer Systems, 91, 601-610.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Sentinel-2 Uydu Görüntüsünden Sınıflandırılarak Tarımsal Ürün Haritalanması

Recep Doğan[*1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0180-302X)*

[*1]Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Eskişehir, Türkiye

* rdogan@eskisehir.edu.tr

Özet
Bu çalışmada İspanya'nın Sevilla kentindeki bir tarım alanına ait elde edilen Sentinel -2 uydu görüntülerinden Random Forest algoritması yardımıyla denetimli sınıflandırma yapılarak tarımsal ürünler haritalanmıştır.2017 yılına ait Sentinel-2 uydu görüntüleri https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home sitesinden temin edilmiş olup, Random Forest algoritmasıyla yapılacak sınıflandırmada kullanılan bölgeye ait eğitim dataları ve vektör verileri ise ESA (Avrupa Uzay Ajansı) platformundan https://eo4society.esa.int elde edilmiştir. Çalışma alanı buğday, mısır, pamuk, pirinç, yonca, şeker pancarı, ayçiçeği, domates ekili alanlar, boş araziler, suyla kaplı alanlar, yapılar ve verisi olmayan alanlar olmak üzere toplam 12 sınıfa ayrılarak haritalanmıştır.
Anahtar Kelimeler: Sentinel-2 uydu görüntüsü, Random Forest algoritması, tarımsal ürün haritalama.

Agricultural Product Mapping With Random Forest Algorithm From Sentinel-2 Satellite Image

Abstract
In this study, agricultural products were mapped by supervised classification with the help of Random Forest algorithm from Sentinel-2 satellite images obtained from an agricultural field in Seville, Spain.Sentinel-2 satellite images of 2017 were obtained from https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home .The training data and vector data of the region used in the classification to be made with the Random Forest algorithm were obtained from the ESA (European Space Agency) platform https://eo4society.esa.int . The study area was mapped by dividing into 12 classes in total: wheat, corn, cotton, rice, lucerne, sugar beet, sunflower, tomato planted areas, vacant lands, water-covered areas, structures and areas with no data.

Keywords: Sentinel-2 satellite image, Random Forest algorithm, agricultural crop mapping

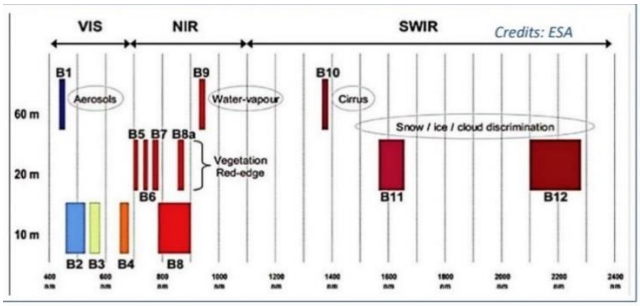
1. GİRİŞ

[1] Tarımsal yönetimi iyileştirmek ve bu faaliyetlerin çevresel faktörlerden daha az etkilenmesini ve sürdürülebilir gıda güvenliğini sağlamak için mahsuller hakkında güvenilir bilgi edinmek gereklidir. Bu bilgiyi toplamak için günümüzde çok farklı yöntemler kullanılabilmektedir. Ancak uydu yer gözlem teknikleri, sağlanan verilerin çeşitliliği ve kapsamının genişliği bakımında oldukça uygun seçenekler sunmaktadır. Sentinel uydularından alınan görüntü verileri tarımsal izleme için yeni bir yaklaşım sağlamakta olup, ilgili analizlerle birlikte bunların zamansal, uzaysal ve spektral çözünürlüklerinin kombinasyonu, karar verme sürecinin iyileştirilmesine oldukça fazla katkı sağlamaktadır.
[2] Buğday, pirinç, pamuk, şeker pancarı, ayçiçeği gibi tarımsal ürünlerin insanların yaşamında temel ihtiyaç maddelerini sağlaması sebebiyle dünya üzerinde oldukça geniş alanlarda ekimi yapılmaktadır. İklim değişikliği, doğal afetler ve savaşlar gibi birçok etkenler ise bu ürünlerin üretim aşamalarında zararlara sebep olmakta, dünyadaki arz miktarının dalgalı seyretmesine yol açmaktadır. Bu ise birçok ülkenin sağlıklı bir şekilde gıdaya ulaşamamasına ya da kısıtlı bir şekilde yüksek maliyetlerle ulaşmasına sebep olmaktadır. Bu tür sebeplerden dolayı tarımsal üretimin geniş ölçekte planlanması, tüm aşamalarında gözlemlenmesi gelecekteki senaryolara karşı tahminler yapılarak gerekli tedbirlerin alınmasına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada alandaki ürün desenini belirleyerek bu tür bir katkı sağlamak amacıyla Sentinel-2 uydu görüntüsü kullanılarak Random Forest algoritması yardımıyla tarımsal alandaki ürünlerin sınıflandırılması İspanya'nın Seville şehri örneğinde gerçekleştirilmiştir.
[3]

MATERYAL VE METOD

Sentinel-2 Uydu görüntüsü

Sentinel-2 görüntüleri, elektromanyetik spektrumun görünürden (VIS) Kısa Dalga Kızılötesi (SWIR) kısmına kadar üç farklı uzamsal çözünürlüğe (10, 20 ve 60 metre piksel boyutu) sahip 13 spektral bant içermektedir. Bant aralıkları aşağıda Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Sentinel-2 uydu görüntüsü bant aralıkları (ESA, 2015)

Genel olarak bu uydu sensörlerinin işlevlerinden bir tanesi de arazi örtüsü ve kullanımına ilişkin haritalama işlemleridir. Son yıllarda Sentinel-2A MSI (Multispectral Instrument) uydu sensörlerinin yeterliliğini ve potansiyelini göstermek amacıyla farklı çalışmaların yapıldığı görülmüştür(Dereli, 2019).Tarım alanlarında ekili ürünlerin belirlenmesi ve verimliliği hakkında ki doğru bilgi, tarımla ve tarıma dayalı üretimle ilişkili olan diğer alanlarda yapılacak planlama ve yatırımlarda sağlıklı karar verilmesine yarar sağlamaktadır. Planlama ve yatırım yapılırken ele alınan önemli konulardan birisi bölgede yatırım yapılması planlanan ürünün üretimi ve verimliliği istenilen düzeyde olmasıdır (Narin vd., 2018).

Verilerin Temini

İspanya Seville bölgesini içeren 01 Haziran 2017 tarihine ait Sentinel-2 uydu görüntüsü https://scihub.copernicus.eu/ sitesinden temin edilmiştir. Bölgeye ait eğitim dataları ve vektör verileri ise ESA (Avrupa Uzay Ajansı) platformundan https://eo4society.esa.int elde edilmiştir. https://rus-copernicus.eu platformundan ise görüntülerin elde edilmesi, işlenmesi ve kullanılan yazılımlar olmak üzere ücretsiz olarak sunulan birçok bilgilendirici eğitim dökümanına ulaşılarak yararlanılmıştır. Belirtilen websitelerine kayıt olunarak başta gerekli verilerin ve yazılımların temini olmak üzere sanal makine ve eğitim gibi bazı hizmetlerden de faydalanılabilmektedir.
Gerekli veri ve yazılımlar:

- Sentinel-2 uydu verisi (S2A_MSIL2A_20170601T110651_N0205_R137_T30STG_20170601T111225)
- Yerel olarak depolanan önceden işlenmiş vektör veriler (LAND01_CropMapping_Seville\LAND01_CropMapping_Seville\AuxData cotton.shp, wheat.shp, vb.)
- İnternet tarayıcısı, SNAP + Sentinel-2 Araç Kutusu + QGIS

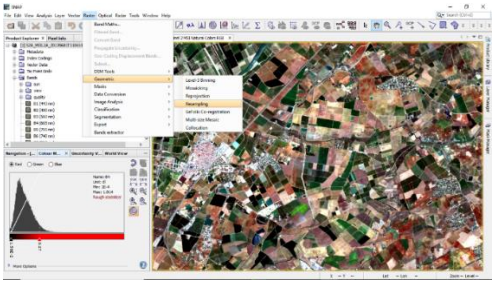
Uydu görüntüsü işleme ve sınıflandırma işlem basamakları

Bu bölümde uydu görüntüsünün elde edilmesi, işlenmesi ve sınıflandırılmasına yönelik tüm aşamalar ve görseller aşağıda verilmiştir.

- https://scihub.copernicus.eu/ sitesinden çalışma alanının seçilerek Sentinel-2 uydu görüntüsünün temin edilmesi
- https://step.esa.int/main/download/snap-download/ sitesinden indirilen Sentinel uydu görüntülerinin işlenmesi ve görüntülenmesini sağlayan SNAP yazılımında görüntünün açılması
- Elde edilen görüntünün SNAP yazılımda 4-3-2 (RGB) bant sıralamasının seçilmesi
- Bant sıralaması seçili görüntünün 4-3-2 (RGB) şeklinde görüntülenmiş hali

Uydu görüntüsünün yeniden örneklenmesi

Sentinel-2 uydu görüntüleri spektral banda bağlı olarak farklı piksel boyutlarına sahip olduğundan ürünü yeniden örneklemek ve farklı uzamsal çözünürlükleri eşitlemek daha sonraki işlemleri yapabilmek açısından gerekmektedir. Bu nedenle görüntüde bant seçimi yapılarak yeniden örneklenmiştir.

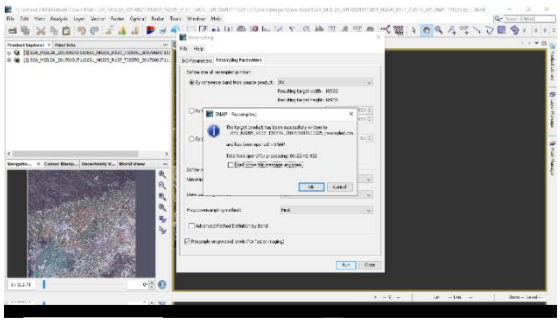


Şekil 2. Yeniden örnekleme ekranı

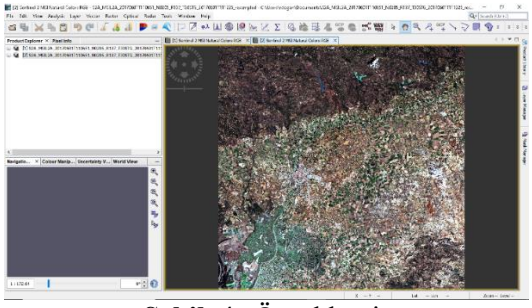
- Yeniden örnekleme menüsünden örneklenecek görüntünün ve kayıt klasörünün seçilmesi

Yeniden örnekleme parametreleri sekmesine gidilerek, kaynak seçiminden referans bandı olarak B2'yi seçilmiştir. Diğer tüm ayarlar varsayılan değerlere ayarlı şekilde bırakılarak, işlem çalıştırılmıştır.

- Yeniden örnekleme menüsünden B2 bant seçimi ve parametrelerin seçilmesi,



Şekil 3. Yeniden örnekleme işlem sonuç ekranı



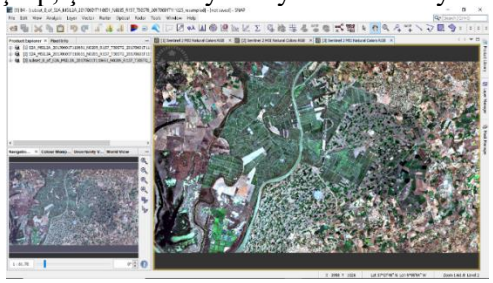
Şekil 4. Örneklemiş görüntünün RGB olarak görüntülenmesi

Mevcut uydu görüntüsünden yeni görüntü alt kümesinin oluşturulması

İlgi alanımız oldukça küçük olduğundan ve tüm görüntüyü işlemeye gerek olmadığından, görüntüyü daha yönetilebilir bir alt boyuta ayarlayarak sonraki adımlarda işlem süresini azaltmak amaçlanmıştır. Üst kısımdaki gezgin araç çubuğundan Raster -> Alt Küme'ye gidilerek yeniden örneklenen ikinci ürünü seçilmiştir.

- Görüntü alt küme belirleme ekranı
- Oluşturulacak görüntü alt kümesinin koordinat aralığının belirlenmesi

Alt küme menüsünden, kapsam alanı başlangıcı X: 0, Y: 7651, sonu X: 5689, Y: 10978 olacak şekilde piksel koordinatları ayarlanmıştır. Daha sonra devam etmeden önce, hataları önlemek için alt küme ürününe (indeks [3]) sağ tıklayıp, ürünü Kaydet seçilip, çıktı klasör yolu ayarlanarak kaydedilmiştir.



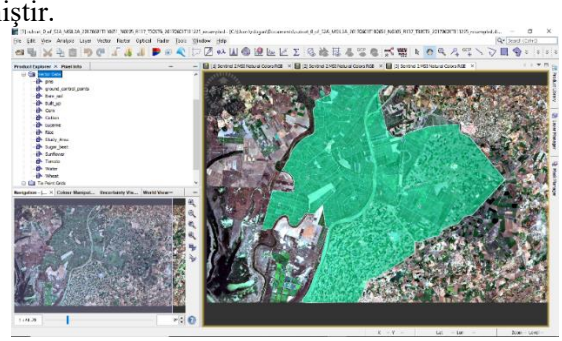
Şekil 5. Oluşturulan alt görüntünün RGB olarak görüntülenmiş hali

Sınıflandırılmada kullanılacak vektör verilerinin içeri aktarılması

Verileri sınıflandırmaya hazırlamak için çalışma alanı ve eğitim alanlarının şekil dosyaları oluşturulmalıdır. Bu çalışmada ESA platformundan çalışma alanına ait tarımsal ürünlerle ilgili vektör dosyalar ve şekil dosyaları temin edilmiştir. Vektör -> İçe Aktar -> ESRI Şekil Dosyası'na tıklanarak daha önceden ESA platformundan indirilen shape dosyaları ilgili klasörden seçilmiştir.Tüm Geometriyi İçe Aktar iletişim kutusunda ise Hayır'a tıklanarak işleme devam edilmiştir.

- Shape dosyası ekleme
- Shape dosyası klasörünün seçimi
- Shape dosyası klasöründen sınıflandırılacak nitelik dosyalarının seçimi

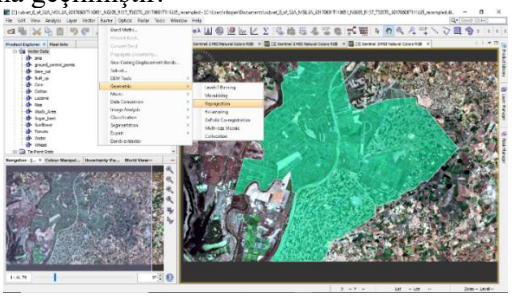
Vektör verileri içe aktarıldıktan sonra değişiklikler alt küme ürününe (indeks [3]) sağ tıklanıp ve Ürünü Kaydet'e tıklanarak kaydedilmiştir.



Şekil 6. Shape dosyalarının eklenmiş hali

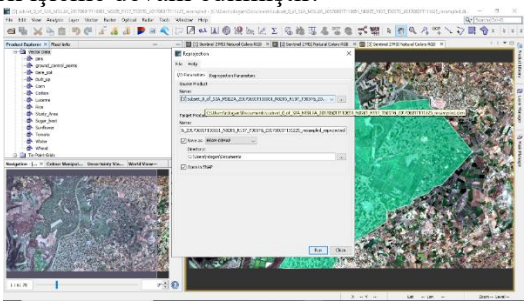
Yeniden projeksiyon oluşturma

Sınıflandırma yapılmadan önce, yazılım gereksinimleri nedeniyle ürünü yeniden projelendirilmek gerekmektedir. Bu nedenle Raster üzerinden -> Geometrik İşlemler -> Yeniden Projeksiyon'a tıklanarak projeksiyon oluşturma aşamalarına geçilmiştir.



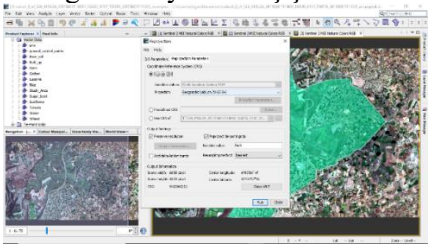
Şekil 7. Yeni Projeksiyon oluşturma ekranı

Girdi/Çıktı parametreleri sekmesinde, kaynak ürün olarak oluşturulan en son alt küme ürünümüz (indeks[3]) seçilmiştir. Çıktı klasörü seçilerek işleme devam edilmiştir.

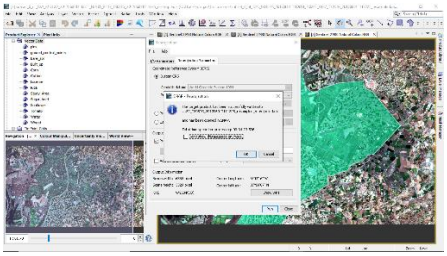


Şekil 8. Yeniden projeksiyon oluşturma ekranından Girdi/Çıktı parametrelerinin seçimi

Yeniden projeksiyon ekranından "Özel CRS" seçildikten sonra, koordinat sistemi olarak UTM / WGS 84 belirlenip, diğer tüm ayarlar varsayılan değerlere ayarlanmış şekilde bırakılarak işleme devam edilmiştir.



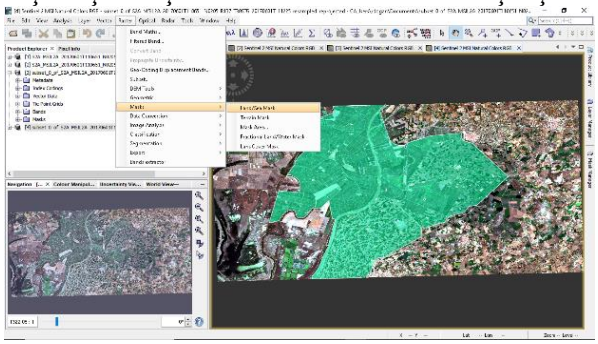
Şekil 9. Yeniden projeksiyon oluşturma ekranından koordinat sistemi ve projesiyon parametrelerinin belirlenmesi



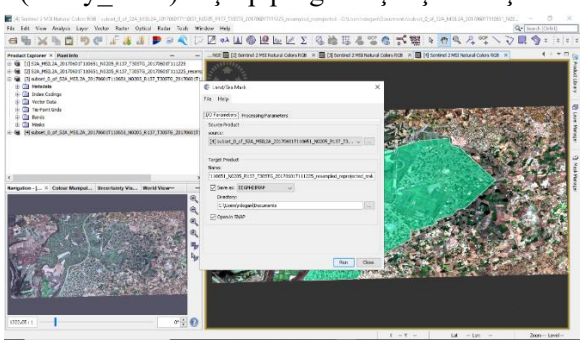
Şekil 10. Yeniden projeksiyon oluşturma işlem sonucu

Piksel maskeleme

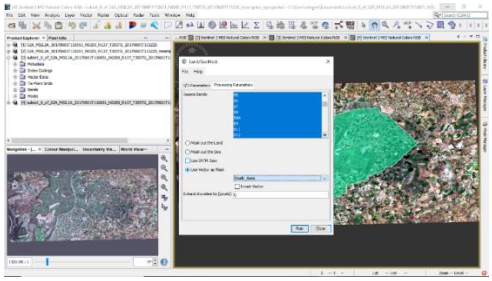
Sınıflandırmayı çalıştırmadan önceki son adım, çalışma alanı içinde olmayan pikselleri maskelemek olacaktır. Bu işlemi gerçekleştirmek için Raster -> Mask -> Kara/Deniz Maskesi'ne tıklanıp. Girdi olarak yansıtılan ürünün (indeks [4] seçildiğinden emin olunduktan sonra çıktı klasörü seçilmiştir. Daha sonra İşleme Parametreleri sekmesine gidilip, kaynak bantları olarak B1'den B12'ye kadar tüm bantlar seçilmiştir. Daha sonra ise "SRTM 3 kullan" seçeneğinin işaretini kaldırılıp ve Vektörü Maske Olarak Kullan seçeneği seçilmiştir. Açılır menüden maske olarak çalışma alanı(Study_Area) seçilip program çalıştırılmıştır.



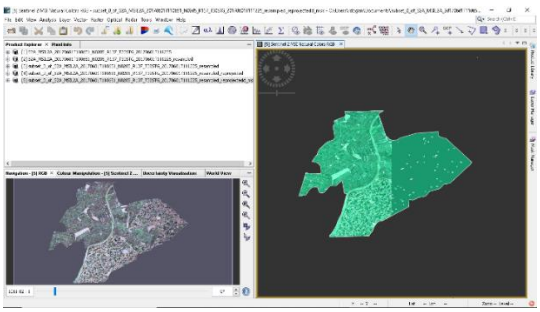
Şekil 11. Maskeleme ekranının görüntülenmesi



Şekil 12. Girdi/Çıktı parametrelerinin seçimi



Şekil 13. Maskeleme ekranından bantların ve maske olarak kullanılacak çalışma alanı vektörünün seçimi



Şekil 14.Çalışma alanı maskelenmiş hali

Random Forest Sınıflandırması

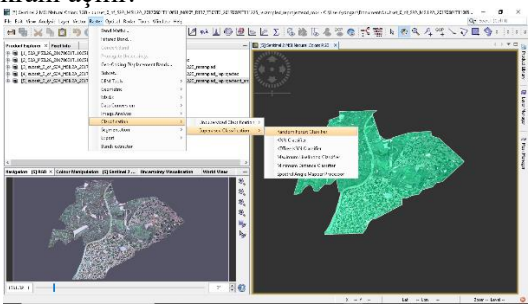
Random Forest Sınıflandırma algoritması, sınıflandırma veya regresyon için kullanılabilen bir makine öğrenme tekniğidir. Parametrik sınıflandırıcılara karşı (örneğin, Maksimum Olabilirlik), makine öğrenimi yaklaşımı bir veri modeli ile başlamaz, bunun yerine eğitim ve yanıt veri seti arasındaki ilişkiyi öğrenir. Random Forest Sınıflandırma algoritması, yanıt değişkenini hesaplamak için farklı modellerden (ağaçlardan) gelen çıktıları kullandığı anlamına gelen toplu bir modeldir.Numune sayısı ve değişken sayısı m olan bir eğitim seti verildiğinde, değiştirme (torbalama yaklaşımı) ile rastgele bir numune alt kümesi seçilir ve bir ağaç

oluşturmak için kullanılır. Ağacın her düğümünde, rastgele bir değişken seçimi m kullanılır ve bu değişkenlerden yalnızca en iyi bölünmeyi sağlayan, iki alt düğüm oluşturmak için kullanılır. ağaçları birleştirerek orman oluşur. Bir uydu görüntüsünün her pikseli, ormanın tüm ağaçları tarafından sınıflandırılır ve ağaç sayısı kadar sınıflandırma üretilir. Her ağaç bir sınıf üyeliği için oy kullanır ve ardından en fazla oyu alan sınıf son sınıf olarak seçilir (Breiman, L. (2001).

Random Forest algoritması özetle şu dört adımda çalışır;

1. Belirli bir veri kümesinden rastgele örnekler seçilir.
2. Her örnek için bir karar ağacı oluşturulur ve her karar ağacından bir tahmin sonucu alınır.
3. Tahmin edilen her sonuç için bir oylama yapılır.
4. Tahmin sonucu, son tahmin olarak en çok oy kullanılarak seçilir.(Kazan & Karakoca, 2019)

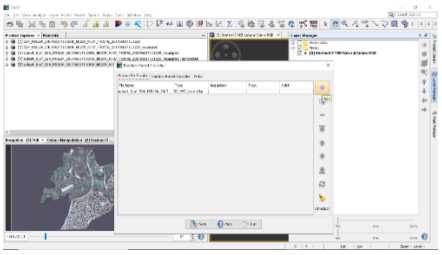
SNAP programı üzerinden Raster -> Sınıflandırma -> Denetimli Sınıflandırma ->Random Forest Sınıflandırıcısı seçilerek işlem ekranı açılır.



Şekil 15. Random Forest Sınıflandırıcı penceresinin açılması

Ürünü daha sonra düzgün bir şekilde görselleştirmek için Layer -> Layer Manager'a gidilip, VectorData'nın seçili olmadığından emin olunmalıdır. Daha sonra sağ üst köşede yer alan + sekmesine tıklanarak önceki aşamada oluşturduğumuz maske dosyası ilgili klasörden seçilmiştir. Oluşturulan maske dosyası ve uzantısı örnekteki gibidir:

"suset_0_of_S2A_MSIL2A_20170601T110651_N025_R137_T30STG_20170601T111225_resampled_reprojected_msk.dim"



Şekil 16.Sınıflandırmada kullanılacak maske dosyasının seçimi

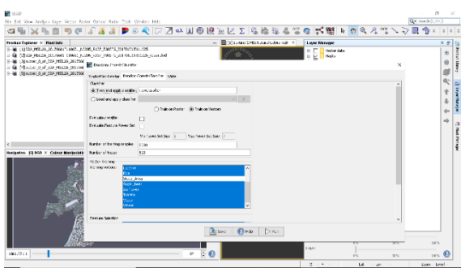
Daha sonra Random-Forest-Classifier sekmesine geçilip, aşağıdaki şekilde parametreler ayarlanmıştır:

-Sınıflandırıcı Değerlerini Değerlendir seçeneğinin işaretini kaldırılmış,

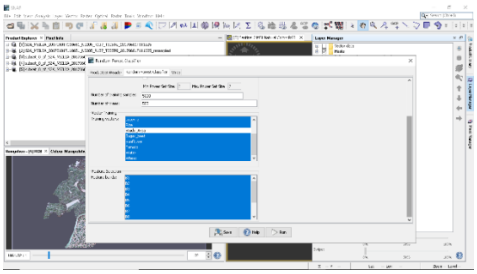
-Ağaç sayısını 500 olarak ayarlanmış,

-Çalışma alanı (Study_Area) dışında eğitim vektörleri olarak tüm shape dosyaları seçilmiş,

-Özellik grupları olarak tüm bantları (B1-B12) seçilmiştir.

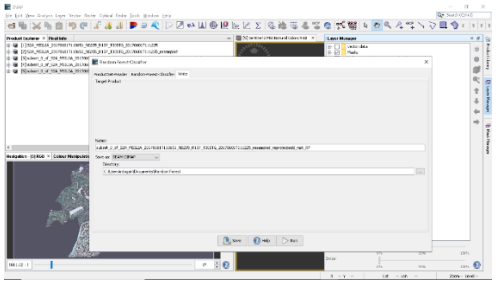


Şekil 17.Sınıflandırma için parametrelerin belirlenmesi

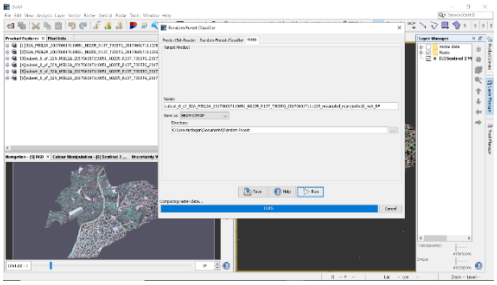


Şekil 18. Bant ve eğitim vektörlerinin seçimi

Daha sonra ise Yazma sekmesine geçilip, Çıkış klasörünü ve yolu ayarlanmıştır. Henüz oluşturulmamış olduğu için RandoForest klasörü oluşturulmuştur. Kullanılan giriş görüntülerinin sayısına göre çıkış dosyası örnekteki gibi varsayılan olarak adlandırılmıştır: RF_1_images.

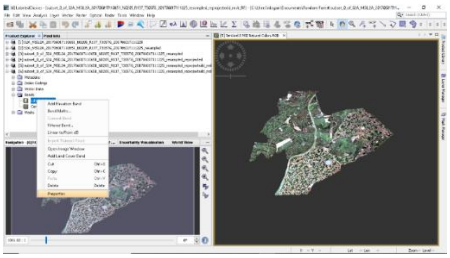


Şekil 19. Sınıflandırma çıktı yolunun belirlenmesi

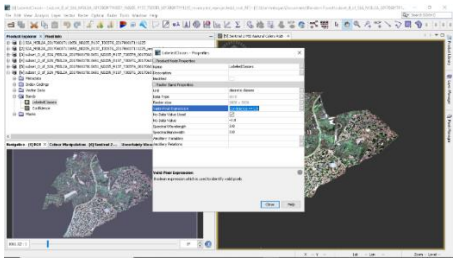


Şekil 20. Sınıflandırma işlem tamamlanma sonucu

Sınıflandırılmış çıktıyı görselleştirmeden önce, geçerli piksel ifadesi değiştirilmelidir. Varsayılan olarak, yalnızca 0.5 'in üzerinde güven eşiği olan pikseller görüntülenmektedir. Bu parametreyi değiştirmek için oluşturulan Random Forest ürününü (dizin [6]) genişletilip, Bantlar klasörü açılıp, LabeledClasses dosyasının üzerinde sağ tıklanıp Özellikler (Properties) penceresi açılmıştır. Açılan pencerede Confidence > = 0.5 ifadesi silinip kapatılmıştır.



Şekil 21. Sınıflandırılmış çıktıyı görselleştirmek amacıyla bant özellik penceresinin görüntülenmesi



Şekil 22.Sınıflandırılmış çıktıda görüntülenecek piksel eşiğinin belirlenmesi

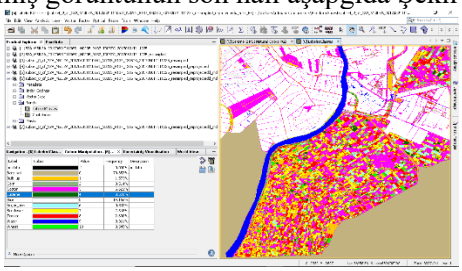
Sınıflandırma görüntüsünü açmak için LabeledClasses dosyasını çift tıklanıp, sol alt köşedeki önizleme ekranından Renk İşleme (Colour Manipulation) sekmesine tıklanarak ya da Görünüm-> Araç Pencereleri-> Renk İşleme (Colour Manipulation) sekmesinden renkler değiştirebilmektedir. Buradan kendi renklerimizi seçebilir ya da "Renk paletini içe aktar" simgesinine tıklanarak dosyadan renk belirlenebilir. Örnek dosya uzantısı ve yolu aşağıdaki gibidir.
Yol: /shared/Training/LAND01_CropMapping_Seville/AuxData/Cour_Palette/ Cour_Palette_SNAP.cpd

- Sınıflandırılan görüntü için dosyadan renk belirleme

Yeni ürünü uygun bir şekilde görselleştirmek için, sağ üst köşedeki Katman-> Layer Manager 'a gidilip, Vector verileri kutucuğunun seçilmediğinden emin olunmalıdır.

- Görüntü renk belirleme

Sınıflandırılmış ve renkleri belrlenmiş görüntünün son hali aşapğıda Şekil 36'da verilmiştir.



Şekil 23. Sınıflandırılmış görüntü son hali

TARTIŞMA

Sınıflandırma sonucunu daha da iyileştirmek için kullanılan giriş görüntülerinin sayısı artırılabilir. Böylece algoritma daha fazla bilgiye sahip olacak ve daha iyi çıktılar üretebilecektir. İstenirse, Dosya-> Dışa Aktar-> GeoTIFF menüsünden çıktı dosyası GeoTIFF biçimde kaydedilerek QGIS gibi coğrafi bilgi sistemleri yazılımlarında görüntülenebilir. Sonuç görüntülerinin, QGIS yazılımında rastgele üretilmiş test noktaları, farklı görüntüler ve yer gözlemleriyle doğruluk değerlendirmeleri yapılabilir.

SONUÇ

Çalışma sonucunda 2017 yılına ait Sentinel-2 uydu görüntüleri ve ESA (Avrupa Uzay Ajansı) platformundan alınan vektör verilerinden yararlanılarak Random Forest algoritmasıyla sınıflandırmada yapılmıştır. Çalışma alanı buğday, mısır, pamuk, pirinç, yonca, şeker pancarı, ayçiçeği, domates ekili alanlar, boş araziler, suyla kaplı alanlar, yapılar ve verisi olmayan alanlar olmak üzere toplam 12 sınıfa ayrılarak başarılı bir şekilde haritalanmıştır.
Ok vd., tarafından yapılan başka benzer bir çalışmada ürünlere ait sınıflandırma doğrulukları incelendiğinde en belirgin karışmanın mera-mısır, pirinç-şeker pancarı, domates şeker pancarı ve mısır-şeker pancarı sınıfları arasında olduğu gözlenmiştir. Başlıca karışma nedenleri arasında sınıflar arasındaki spektral benzerlikler ve görüntülere ait spektral çözünürlüğün sınırlı olması (mavi, yeşil, kırmızı ve yakın kızılötesi) sayılabilir. Daha fazla örnek alan toplamak veya ek spektral bant kullanımı ile nesnelere ilişkin ek özelliklerinin bütünleştirilmesi ile bu eksikliğin belli bir oranda giderilebileceği öngörülmüştür.

TEŞEKKÜR

Çalışmamda eğitici yönlendirmeleri ve bilgileriyle katkı sağlayan Eskişehir Teknik Üniversitesi hocalarıma ve eğitim verilerinin temininde katkı sağlayan ESA topluluk platformuna teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Breiman, L. (2001). Random Forests. Machine Learning, 45, 5–32, 45(1), 5–32. Mentch, L., & Hooker, G. (2016). Quantifying Uncertainty in Random Forests via Confidence Intervals and Hypothesis Tests. Journal of Machine Learning Research, 17(1), 1–41.http://doi.org/10.1080/10618600.2016.1256817

Dereli, M. (2019). *Sentinel-2A Uydu Görüntüleri ile Giresun İl Merkezi için Kısa Dönem Arazi Örtüsü Değişiminin Belirlenmesi*. *19*, 361-368. https://doi.org/10.35414/akufemubid.481455

Kazan, S., & Karakoca, H. (2019). Product Category Classification with Machine Learning. *Sakarya University Journal of Computer and Information Sciences*, *2*(1), 18-27. https://doi.org/10.35377/saucis.02.01.523139

NariN, Ö. G., Delen, A., & AbdiKan, S. (2018). Sentinel-2a Verisi Kullanarak Tarimsal Ürün Deseninin Belirlenmesi. *Vii. Uzaktan Algilama Ve Cbs Sempozyumu Uzal-Cbs2018*. Vii. Uzaktan Algilama Ve Cbs Sempozyumu. https://doi.org/10.15659/uzalcbs2018.7286

Ok, A. Ö., Ok, A. Ö., & Schindler, K. (t.y.). *Yeni Nesil Çizge-Tabanli Görüntü Siniflandirma Yönteminin Tarimsal Ürün Deseni Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi*. 2015.

2022, Copernicus Open Access Hub. https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home/ [Erişim tarihi: 02.06.2022].

2022, Research and User Support. https://rus-copernicus.eu/portal/ [Erişim tarihi: 01.06.2022].

2022, Science Toolbox Exploitation Platform. http://step.esa.int/main/download/snap-download/ [Erişim tarihi: 01.06.2022].

2022, EO science for society. https://eo4society.esa.int/ [Erişim tarihi: 03.06.2022].

➢ *ORAL PRESENTATION*

İdyopatik Epilepsi ile İyon ve Non-İyon Kanal Genlerindeki Mutasyonların İlişkisi

Berrin Tuğrul* (*https://orcid.org/0000-0003-0844-7766)*

*Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Moleküler Biyoloji AD, Manisa, Türkiye

*berrin.tugrul@yahoo.com

Özet

Son yıllarda idyopatik epilepsilerin altında yatan genetik kökenin non iyon ve iyon kanal genlerindeki mutasyonlardan kaynaklandığına yönelik çalışmalara ilgi artmıştır. İdyopatik epilepsi için ilk gen 1995 yılında keşfedildiği tarihten beri devam eden moleküler genetik araştırmalarla, bu kompleks hastalığın moleküler temelinin çözümlenmesine çalışılmaktadır. Non iyon kanal genlerinden HP, ACP1, ME2, LGI4, OPRM1, GRIK1, BRD2, EFHC1, ve EFHC2 genleri çeşitli metabolik yolaklarda önemli rol oynayan enzimleri kodlarlarken, KCNJ10, KCNJ3, KCNQ2/KCNQ3, CLCN2, GABRG2, GABRA1, SCN1B, ve SCN1A genleri merkezi sinir sistemindeki iyon kanallarını kodlar. İdyopatik epilepsinin genetik temelinde merkezi sinir sistemi için önemli olan proteinleri kodlayan iyon kanalları ve non iyon kanal genlerindeki mutasyonların rolü olabileceği ileri sürülmektedir. Genotipik ve fenotipik heterojenite gösteren bu kompleks hastalığın oluşumunda rol oynayan genetik etkenlerle ilgili yapılacak yeni çalışmaların, epilepsinin patofizyolojisinin aydınlatılması ve yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine katkısı olacaktır.

Anahtar Kelimeler: İdyopatik epilepsi, iyon kanal genleri, non iyon kanal genleri

The Relationship between Idiopathic Epilepsy and Mutations in Ion and Non-Ion Channel Genes

Abstract

In recent years, the interest in studies that the underlying the genetic origin of idiopathic epilepsies has been due to the mutations in the non-ion and ion channel genes has increased. With the ongoing molecular genetic research since the discovery of the first gene for idiopathic epilepsy in 1995, people have been trying to resolve the molecular basis of this complex disease. While the non-ion channel genes of the HP, ACP1, ME2, LGI4, OPRM1, GRIK1, BRD2, EFHC1, and EFHC2 encode the enzymes that play an important role in various metabolic pathways, KCNJ10, KCNJ3, KCNQ2/KCNQ3, CLCN2, GABRG2, GABRA1, SCN1B, and SCN1A genes code the ion channels in central nervous system. It has been suggested that mutations in ion channels and non-ion channel genes that encode proteins important for the central nervous system may play a role in the genetic basis of idiopathic epilepsy. New studies on the genetic factors that play a role in the formation of this complex disease with genotypic and phenotypic heterogeneity will contribute to the elucidation of the pathophysiology of epilepsy and the development of new treatment methods.

Key words: Idiopathic epilepsy, ion channel genes, non-ion channel genes

GİRİŞ

Bu çalışmada, literatür araştırması ışığında idyopatik epilepsi (IE) tanımı, idyopatik epilepsi alt tiplerinde etkili olan hastalıkla ilişkili bazı iyon kanallarını kodlayan ve çeşitli metabolik yolaklarda kritik öneme sahip proteinleri kodlayan genlerdeki mutasyonlara örnekler verilerek IE gelişmesinde etkisi olabilecek genetik kökene ilişkin bilgiler verilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca voltaj kapılı ve ligand kapılı iyon kanallarının yapısı ve kanalı oluşturan alt ünitelerin görevlerine de değinilerek, bu kanalların yapısının bozulmasına neden olan mutasyonların etkisi ile epilepsi gelişimine katkılarına da yer verilmektedir.

Epilepsiler, hareket, duyusal, bilişsel, ruhsal ya da otonomik bozukluklara yol açan tekrarlayan nöbetlerle karakterize edilen bir hastalıktır (Steilein, 2004).

Epilepsinin epidemiyolojisi ile ilgili sınırlı sayıda çalışmalar yapılmıştır. Gelişmiş ülkelerde hastalığın insidansı yılda 0.05%, prevalansı 0.4%-1.0%'dır. Epilepsili hastaların %30'unda, kafa travması, inme, tümör ya da doğuştan var olan bir lezyon gibi bilinen bir sebepten hastalık görülmektedir. Olguların %70'ini ise, genetik faktörlerin rol oynadığı idyopatik epilepsiler oluşturmaktadır (Heron ve ark., 2007a).

Normal bir beyinde uyarıcı ve baskılayıcı mekanizmalar arasındaki dengenin bozulmasıyla, en azından nöronal uyarılabilirlikte meydana gelen bir artış sonucunda epilepsi oluşumuna yol açan mekanizmalar tetiklenebilir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, İdyopatik epilepsinin altında yatan nedenin iyon kanalları ve non iyon kanalları ile ilişkili genlerdeki mutasyonların olduğunu göstermektedir.

1.Aşırı Nöronal Uyarılma; Epileptogenez

Bir nöronun elektrofizyolojik uyarılmasında ve nöronlar arasındaki iletişimde iki temel mekanizma vardır. Birincisi aksonal iletimle aksiyon potansiyelinin oluşması ve ikinci mekanizma olan sinaptik aktarımla bir hücreden diğer hücreye sinyalin iletilmesidir. İyon kanalları bu işlemler için zemin hazırladığından, herhangi bir mutasyonla bozulan kanal fonksiyonu beyin uyarılabilirliğini değiştirebilir ve epileptik nöbetlere yol açabilir (Lerche, 2001).

Aksiyon potansiyeli sırasında depolarizasyon ve repolarizasyon süreci voltaja bağlı Na+ ve K+ kanallarının açılıp kapanmasıyla yürütülür. Sodyumun hücre içine akımıyla aktivasyon depolarizasyona yol açar, oysaki Na+ kanallarının hızlı inaktivasyonu ve K+'un dışarıya doğru akımıyla aktivasyon membram repolarizasyonundan sorumludur. Sonuç olarak hızlı Na+ kanal inaktivasyonunda aksama ya da K+ geçirgenliğindeki azalma yavaşlamaya yol açar ya da hücre membranında tamamlanmamış repolarizasyon aşırı uyarılmayla sonuçlanır. Aşırı uyarılmaya neden olan bu durumlar kanal hastalıklarının (kanalopati) altında yatan en yaygın mekanizmadır (Lerche, 2001).

Beyin nöronlarındaki iyon kanallarını kodlayan genlerdeki mutasyonlar çeşitli epilepsi sendromlarında belirlenmiştir. Nöronal ağda, baskılayıcı iletimde iş gören kanalın fonksiyon kaybetmesi nöronal baskılama sistemini bozarken, uyarıcı sinirsel iletimde (nörotransmisyon) rolü olan kanalın fonksiyon kazanması aşırı uyarılmaya (hiper-eksitasyon) neden olur ve her iki durumda epilepsiye yol açabilir (Hirose, 2006).

2.İdyopatik Epilepsi ve Genetik

ILAE'nın (International League Against Epilepsy) 2001 epilepsi sınıflama önerisine göre, "idyopatik epilepsi (IE) sendromu; altında yapısal bir beyin lezyonu veya başka nörolojik belirti ve bulgular olmaksızın sadece epilepsinin olduğu bir sendromdur ve bulguların genetik kökenli olduğu öngörülmektedir ve yaşa bağımlıdır" olarak belirtilmektedir." (Engel, 2001).

Nöbetlerin başlıca klinik bulgu olduğu idyopatik epilepsilerde genetik ve fenotipik heterojeniteye ilave olarak çevresel faktörlerle etkileşen pek çok genin etkisinden dolayı hastalığın genetiği tam olarak aydınlatılamamıştır (Bebek ve Baykan, 2006).

Kompleks kalıtım gösteren idyopatik epilepsilerde birden fazla gen ve çevresel faktörlerin etkisi söz konusudur. Basit kalıtım özelliği olan IE'lerde ise hastalıkla ilişkili olan tek bir gendeki mutasyonlar hastalığın ortaya çıkmasında etkili olmaktadır (Heron ve ark., 2007a).

2.1.İdyopatik Epilepsi Sendromlarında Belirlenen Genler

İdyopatik epilepsi için ilk gen 1995 yılında keşfedildiği (Steinlein, 1995) tarihten beri devam eden moleküler genetik araştırmalarla, bu kompleks hastalığın moleküler temelinin çözümlenmesine çalışılmaktadır (Reid, 2009).

Epilepsinin genetik temelinde merkezi sinir sistemi için önemli bazı iyon kanallarını kodlayan ve çeşitli metabolik yolaklarda kritik öneme sahip proteinleri kodlayan genlerdeki mutasyonların rolü olduğu belirtilmektedir. Bu genlerden; HP, ACP1, ME2, LGI4, OPRM1, GRIK1, BRD2, EFHC1, ve EFHC2 genleri çeşitli metabolik yolaklarda önemli rol oynayan enzimleri kodlarlarken, KCNJ10, KCNJ3, KCNQ2/KCNQ3, CLCN2, GABRG2, GABRA1, SCN1B, ve SCN1A genleri merkezi sinir sistemindeki iyon kanallarını kodlar (Lucarini ve ark., 2007).

Nöronal voltaj kapılı ve ligand kapılı iyon kanallarının alt ünitelerini kodlayan genlerdeki mutasyonlarla idyopatik epilepsiler arasındaki ilişkiden dolayı onlar kanalopatiler (iyon kanal hastalıkları) sınıfında değerlendirilmektedir (Heron, 2007).

2.2.İyon Kanalları

İyon kanalları beyin ve elektriksel olarak uyarılabilen diğer dokularda önemli bir fonksiyona sahiptir. İyon kanalları sodyum (Na+), potasyum (K+), klorid (Cl-) ya da kalsiyum (Ca2+) iyonlarının seçici olarak geçişine izin veren membrandaki porlardır. Temel olarak voltaj kapılı iyon kanalları ve ligand kapılı iyon kanalları olmak üzere iki tiptedirler (Vidaurre ve ark., 2009).

Membran uyarılabilirliği (excitability) ve nörotransmitter salınımı ile direkt olarak ilişkili olan yapılardır. İdyopatik epilepsi gelişmesinde katkısı olan kanallardan, ligand kapılı iyon kanalları ise sinaptik aktarımda (transmission) iş görmektedir (Steinlein, 2004).

2.2.1.Voltaj Kapılı İyon Kanalları

Voltaj kapılı iyon kanalları aksiyon potansiyelinin başlaması, çoğalması ya da nörotransmitter salınımı için gereklidir. Çoğunlukla nöronların akson ve akson uçlarında bulunur (Forehand, 2009).

Membran potansiyelindeki değişikliklerle açılıp kapanan voltaj kapılı Na+, K+, Cl- ve Ca2+ kanalları birkaç alt üniteden oluşur. Membranda por oluşumunu sağlayan α-alt ünitesi ve bir ya da daha fazla sayıda olabilen, kanalın işlevini değiştiren daha küçük eklenti alt ünitelerden (β, γ, δ gibi) meydana gelirler (Lerche ve ark., 2001). Voltaj kapılı iyon kanalları membranda aksiyon potansiyelinin oluşumu ve kontrolünde iş görmektedir (Steinlein, 2004).

2.2.1.1.Voltaj Kapılı Na+ Kanalları

Voltaj kapılı Na+ kanallarının temel görevi nöronal uyarılma için aksiyon potansiyelini başlatmak ve yayılmasını sağlamaktır. Kanalın dört adet α-alt ünitesini dokuz gen ve iki adet β alt ünitesini dört gen kodlamaktadır (Catterall ve ark., 2005). Her iki alt ünitenin de kodlayan genlerindeki bazı mutasyonların idyopatik epilepsi sendromlarının çeşitli tipleri ile bağlantılı olduğu bulunmuştur.

2.2.1.1.1.SCN1A (Nöronal Voltaj Kapılı Sodyum Kanal A1 Altünitesi) Gen Mutasyonları

Nöronal sodyum kanalının α1 altünitesini kodlayan gen SCN1A genidir. SCN1A geni 2. kromozomun q24 bölgesinde SCN2A ve SCN3A genlerinin de bulunduğu gen kümesi içinde yer almaktadır. SCN1A geni 26 exon içerir ve 6030 bç'lik mRNA kodlar. SCN1A mRNA'sından alternatif kesip-çıkarma (splicing) mekanizması sonucu, aralarında 11 aminoasitlik farkın olduğu iki izoform ürün elde edilir (Schaller ve ark., 1992).

Şu ana kadar SCN1A geninde 100'den fazla mutasyon belirlenmiştir (Reid 2009). Teklif edilen isimlendirme değişikliğine göre febril nöbet artı genetik epilepsi olarak isimlendirilen GEFS+ (Scheffer ve ark.,2008) epilepsi tipinde genetik kökenin SCN1A genindeki yanlış anlamlı (missense) mutasyonlardan kaynaklandığı belirtilmektedir (Harkin ve ark., 2001; Wallace ve ark., 2001a; Abou-Khalil ve ark., 2001; Sugawara ve ark., 2001a; Annesi ve ark., 2003; Lossin ve ark., 2003). GEFS+'daki Na+ kanal genlerinden SCN1A'daki mutasyonların her biri farklı biyofiziksel etkilere yol açar. Kanala fonksiyon kazandıranlar R1648H (Spampanato ve ark., 2004a), W1204R (Spampanato ve ark., 2004a), D188V (Cossette et. Al., 2003), D1866Y (Spampanato ve ark., 2004b) mutasyonlarıdır ve aşırı uyarılmaya (hyperexcitability) neden olurlar. GEFS+ ile ilişkili bulunan A1685V, V1353L (Lossin ve ark., 2003) ve R859C (Barele ve ark., 2006) mutasyonları ise kanal fonksiyonu kaybına neden olmakta ve aşırı uyarılmaya yol açmaktadır. Kanal aktivitesindeki hem azalma, hem de artma GEFS+'ya neden olan nöronal aşırı uyarılmanın altında yatan sorumlu mekanizma olabilir (Reid, 2009).

SCN1A genindeki de novo mutasyonlar Dravet Sendromu (DS) ile ilişkili bulunmuştur (Claes ve ark., 2001; Sun ve ark., 2008). De novo mutasyonlar hem yanlış anlamlı, hem de budanmış (truncated) mutasyonları içermektedir (Reid, 2009). Mulley ve arkadaşları, de novo mutasyonların dışında Dravet sendromlu hastaların %15'inde sadece ekson delesyonlarının olduğunu belirlemişlerdir (Mulley ve ark., 2006).

2.2.1.1.2.SCN2A (Nöronal Voltaj Kapılı Sodyum Kanal A Altünitesi Tip II) Geni Mutasyonları
SCN2A geni, 2. kromozomun q23-q24 bölgesinde haritalanmıştır (Ahmed ve ark., 1992).

SCN2A genindeki yanlış anlamlı mutasyonlar idyopatik epilepsi tiplerinden BFIC, tip 3 (BFIC3) ve GEFS+ tip 7 (Genetic Epilepsy with Febrile Seizures Plus, type 7 (GEFSP7)) ile ilişkilendirilmektedir. Gendeki ARG188TRP aminoasit değişiminin GEFSP7 ile (Sugawara ve ark., 2001b), LEU1330PHE, LEU1563VAL değişiminin BFIC3 ile (Heron ve ark., 2002), VAL892ILEU ARG223GLN, ARG1319GLN, LEU1003ILE allelik varyantların BFIC3 ile (Berkovic ve ark., 2004) bağlantılı olduğu bulunmuştur. Yanlış anlamlı mutasyonlar sonucunda oluşan epilepsilerde orta derecede bir fenotip görülmektedir.

Gende R102X aminoasit değişimine neden olan de novo anlamsız mutasyon çok daha ciddi bir fenotipe yol açmaktadır (Kamiya ve ark., 2004). Ogiwara ve arkadaşları (Ogiwara ve ark., 2009) SCN2A geninde bulunan E1211K, -I1473M, and -R102X aminosit değişimine neden olan de novo mutasyonların epilepsilerin etiyolojisini anlamaya yardımcı olacağını belirtmektedirler. Hastalar arasındaki fenotipik çeşitliliğin mutant kanallardaki farklı elektrofizyolojik özelliklerden dolayı olabileceği düşünülmektedir (Ogiwara ve ark., 2009).

Dravet Sendromunda SCN1A geninde yüzlerce mutasyon bulunmasına karşın, SCN2A geninde üç mutasyon tesbit edilmiştir. Bu üç mutasyondan ikisi yanlış anlamlı, biri R1312T de novo mutasyonudur ve mutasyonların Dravet Sendromuna sebep olduğu bildirilmektedir (Shi ve ark., 2009).

2.2.1.1.3.SCN1B (Nöronal Voltaj Kapılı Sodyum Kanalı B Tip I Altünitesi) Geni Mutasyonları
Voltaj kapılı sodyum kanallarının, kanalın işlevini değiştiren daha küçük eklenti alt ünitelerinden β tip 1 alt ünitesini kodlayan gen SCN1B genidir. Genin kromozomal yerleşimi 19. kromozomun (McClatchey ve ark. (1993) q13.1 bölgesindedir (Wallace ve ark., 1998). Membran uyarılabilirliğini etkileyen kalıtsal hastalıklarla ilgili olan SCN1B geni, 5 exon (72 -749 bp büyüklüğünde) ve 4 intron (90 bp - 5.5 kb büyüklüğünde) içerir (Makita ve ark., 1994).

Bu gendeki C121W mutasyonu, sodyum kanalının β tip I alt ünitesinin fonksiyonunu yitirmesine, bu da kanalın α alt ünitesinin inaktive edilmesinin azalmasına, böylece artan sodyum akımıyla membranın daha fazla depolarizasyonuna ve aşırı uyarılmaya yol açar. C121W yanlış anlamlı mutasyon GEFS+'li Avustralya'lı bir ailede bulunmuştur (Wallace ve ark., 1998).

Audenaert ve arkadaşlarının çalışmasında, sodyum kanalının beta tip I alt ünitesi geni splice bölgesindeki Adeninin Sitozine değişiminin 5 aminoasitlik bir delesyona sebep olduğu ve bu mutasyonun absans nöbeti olan hastalarda ateşi önlediği belirtilmektedir (Audenaert ve ark., 2003).

SCN1B geninde bulunan iki yeni mutasyon R85C ve R85H mutasyonlarıdır (Scheffer ve ark., 2007).

2.2.1.2. Voltaj Kapılı Potasyum (K+) Kanalları
Potasyum kanalları en farklı iyon kanal grubudur. Voltaj kapılı K+ kanalının (Kv), İçeri doğru düzeltici (inward rectifier) K+ kanalı (Kir), Kalsiyum'la aktive edilen K+ kanalı gibi farklı tipleri bulunur.

Voltaj kapılı K+ kanalları ana alt ünite olarak dört homolog α-alt ünitesinden ve sitoplazmik Kvβ ya da sitoplazmik kalsiyum bağlayan protein ailesinden olan KchIP ve DPP benzeri (transmembran dipeptidil peptidaz benzeri protein) eklenti alt ünitelerden oluşur. Her bir α alt ünitesindeki 6 transmembran alandan (S1-S6 olarak adlandırılır), S1-S4 transmembran segmentleri voltaj duyarlı kısmı, S5-S6 transmembran segmentleri kanalın iyonik geçirgenlik yolunu (por) oluşturan kısmıdır. Her bir α alt ünitesindeki dördüncü transmembran segmenti (S4), alt ünitenin voltaj duyarlı ana parçasıdır (Vacher ve ark., 2008).

Voltaj kapılı K+ kanallarının daha küçük eklenti alt üniteleri ya sitoplazmik, ya da tek-çift ya da dörtlü span transmembran polipeptidleridir. Bu eklenti alt üniteleri, ana kanal kompleksinden faklıdır ve kanal fonksiyonunu, hücre içi trafiği (intracellular traficking), translasyon sonrası değişimleri, kararlılığı ve lokalizasyonu önemli ölçüde etkileyen kısımdır (Vacher ve ark., 2008).

Voltaj kapılı K+ kanalları farklı gen ailesinin üyeleridir. Kvα alt ünitesini kodlayan gen ailesi KCN olarak isimlendirilir. KCN ailesindeki dört orijinal alt aileyi kodlayan genler Kv1-Kv4 ya da KCNA-KCND harfleri ile ve Kv isimlendirmesini takip eden özel gen numaraları (örneğin; Kv1.1 = KCNA1, Kv1.4 = KCNA4, Kv2.1

= KCNB1 vb.) ile belirtilir. Kv5-Kv12 alt aileleri KCNF (Kv5), KCNG (Kv6), KCNQ (Kv7), KCNV (Kv8), KCNS (Kv9) ve KCNH (Kv10-12) şeklinde belirtilir (Vacher ve ark., 2008).

2.2.1.2.1.KCNQ2 (Potassium Channel, Voltage-Gated, Kqt-Like Subfamily, Member 2) ve KCNQ3 (Potassium Channel, Voltage-Gated, Kqt-Like Subfamily, Member 3) Geni Mutasyonları
KCNQ2 geni 20q13.3 kromozom bölgesinde yer alır, en az 18 ekzonu bulunur ve 50kb uzunluğundadır. Kesip çıkarma işlemi sonucu farklı varyantlarının olduğu bulunmuştur (Biervert and Steinlein, 1999). KCNQ3 geni 8q24 kromozom bölgesinde haritalanmıştır (Charlier ve ark., 1998).

KCNQ2 ve KCNQ3 genleri beyin uyarılabilirliğinde anahtar rolü oynayan voltaj kapılı potasyum kanal ailesinin bir üyesidir. KCNQ2 (Singh ve ark., 1998) ve KCNQ3 (Charlier ve ark., 1998) genlerindeki mutasyonların idyopatik jeneralize epilepsi tiplerinden biri olan BFNC'nin altında yatan genetik neden olduğu 1998 yılında bulunmuştur.

KCNQ2'de yanlış anlamlı mutasyonlardan Tyr284Cys (Singh ve ark., 1998a), Ala306Thr (Singh ve ark., 1998b), Arg214Trp (del Guidice ve ark., 2000), Arg207Trp (Dedek ve ark., 2001), Ser247Trp ((Dedek ve ark., 2003), Lys526Asn (Borgatti ve ark., 2004), V589X veT359K (Volkers ve ark., 2009) BFNC'li hastalarda belirlenmiştir. Gendeki delesyonlar (Rett and Teubel, 1964; Zimprich ve ark., 2006; Goldberg-Stern ve ark., 2009), insersiyonlar (Bievert ve ark., 1998), aynı gende hem insersiyonun hem de delesyonun olması sonucu S4 kısmı eksik protein eldesine neden olan mutasyonlar (Bassi ve ark., 2005) BFCN1 ile ilişkilendirilmiştir.

KCNQ3 geninde Gly263Val (Charlier ve ark., 1998) aminoasit değişimine neden olan yanlış anlamlı mutasyonların BFNC2'nin altında yatan genetik neden olduğu saptanmıştır.

2.2.1.2.2.K+ Kanallarındaki Diğer Mutasyonlar
KCNJ10 içeri doğru düzeltici (inward rectifier) K+ kanalıdır (Kir) ve hücre dışı potasyum konsantrasyonunu düzenlemekte rol oynar. KCNJ10 Arg271Cys yanlış anlamlı mutasyonunun idyopatik jeneralize epilepsi sendromlarında nöbete yatkınlık üzerine etkisi olduğu belirlenmiştir (Bueno ve ark., 2004; Lenzen ve ark., 2005a).

2.2.1.3.Voltaj Kapılı Ca2+ Kanalları
Voltaj kapılı Ca2+ kanalları membran depolarizasyonuna cevap olarak sinir hücrelerinde kalsiyumun içeriye doğru akışına aracılık ederler. Bu kanallar, hücredeki fizyolojik olaylar için nöronal plazma membranda elektriksel sinyalin birleştirilmesinde önemli bir role sahiptir. Her biri çeşitli genlerden kodlanan, por oluşturan büyük bir α1 alt ünitesi ile α1 alt ünitesinin fonksiyonunu etkileyen birçok eklenti alt ünitelerden (Cavα2δ, Cavβ ve Cavγ) oluşur. Voltaj kapılı kalsiyum kanalları Cav1 (L-tipi), Cav2 (P/Q-, N- ve R-tipi) ve Cav3 (T-tipi) ailesi olmak üzere üç sınıfa ayrılır. Cav1 (L-tipi) ailesi, memeli merkezi sinir sistemi hücrelerinde somatodendritik kalsiyum akımında kritik öneme sahiptir. Cav2 (P/Q-, N- ve R-tipi) ailesi somatodendritik kalsiyum akımında ve memeli merkezi sinir sistemindeki birçok hücrede presinaptik uçlardan nörotransmitter salınımının düzenlenmesinde iş görür. Cav3 (T-tipi) ailesi membran potansiyelini alt eşik değere getiren kısa süreli akımın temelini oluşturur (Vacher ve ark., 2008).

2.2.1.3.1.CACNA1A (Voltaj Kapılı P/Q Tipi Kalsiyum Kanalı Alfa 1A Alt Ünitesi) Geni Mutasyonları
CACNA1A geni 19p13 kromozomal bölgesinde bulunur ve 47 ekzon içerir (Ophoff ve ark., 1996). IJE ilişkisinin araştırıldığı bir çalışmada, genin 8. ekzonundaki tek nükleotid polimorfizmlerinin IJE ile bağlantılı olabileceği belirtilmiştir (Chioza ve ark., 2001). Genin 6 ile 9'uncu ekzonları arasındaki bölgeye yakın olan bir ya da iki intronik fonksiyonel olarak önemli varyantın (FVS) IJE'ye yatkınlık oluşturabileceği rapor edilmiştir (Chioza ve ark., 2002).

2.2.1.3.2.CACNB4 (Voltaj Kapılı Kalsiyum Kanalı Beta-4 Alt Ünitesi) Geni Mutasyonları
CACNB4 geni 2q22-q23 kromozomal bölgesinde yer alır (Taviaux ve ark., 1997). Gen 13 exon içermektedir (Escayg ve ark., 1998). Kalsiyum kanalı α1 alt ünitesinin içerdiği domainlerin bütünlüğünü sağlamada fonksiyonel öneme sahiptir (Chen ve ark., 2004).

Escayg ve arkadaşları, bu gendeki R482X mutasyonunun idyopatik jeneralize epilepsi tiplerinden JME ile, C104F yanlış anlamlı mutasyonun IJE ile ilişkilendirilebileceğini belirtmektedirler (Escasy ve ark., 2000).

2.2.1.3.3.CACNA1H (Voltaj Kapılı T Tipi Kalsiyum Kanalı Alfa-1H Alt Ünitesi) Geni Mutasyonları
16p13.3 kromozom bölgesinde bulunan (Cribss ve ark., 1998) CACNA1H geni 27 ekzon içerir (Jagannathan ve ark., 2002). CACNA1H geni, soma ve proksimal dendritlerde bulunan T tipi kalsiyum kanalının Cav3.2 alt ünitesini (α alt ünitesi tipi) kodlar. Gendeki F161L (Chen ve ark., 2003; Khosravani ve ark., 2004), E282K (Chen ve ark., 2003; Khosravani ve ark., 2004), V831M (Chen ve ark., 2003; Khosravani ve ark., 2004), R788C (Chen ve ark., 2003) yanlış anlamlı mutasyonları çocukluk çağı absans epilepsisi (CAE) olan hastalarda, P618L mutasyonu (Heron ve ark., 2004) ve A876T mutasyonu (Heron ve ark., 2007b) IJE grubunda belirlenmiştir.

Vitko ve arkadaşları CACNA1H geninde aynı anlamlı olmayan 12 tek nükleotid mutasyonunun yalnızca CAE'li hastalarda olduğunu bildirmişlerdir. Bu mutasyonlardan G773D–R788C mutasyonlarının birlikte bulunması farklı davranışlara yol açmaktadır. CACNA1H genindeki varyantların epilepsi nöbet tipine yatkınlık oluşturabilecek gen olduğu düşünülmektedir (Vitko 2005).

2.2.1.3.4. Voltaj Kapılı Klorid (Cl-) Kanalları
Klorid kanalları açılıp kapanma mekanizmalarına göre sınıflandırılmaktadır. Membran elektrik potansiyelindeki değişikliklerle açılıp kapananlara voltaj kapılı klorid kanalları (CIC), protein kinaz aktivasyonu ile aktive olanlara kistik fibroz transmembran iletken düzenleyici (CTFR) Cl- kanalları, Ca2+ ile aktive olan Cl+ kanalları (CaCC), ve glisin ya da aminobutirik asid (GABA) ile aktive olan Cl+ kanalları olmak üzere dört gruba ayrılır. Nöron ve kas hücresi plazma membranındaki klorid kanalları, membran potansiyelindeki değişikliklerle açılır ve elektriksel uyarının engellenmesini, böylece membran potansiyelinin negatif değere dönmesini sağlarlar. Hatalı klorid kanalları aşırı uyarılmaya yol açarlar (Puljack and Kilic, 2006).

2.2.1.3.4.1. CLCN2 (Klorid Kanal 2) Geni Mutasyonları
Voltaj kapılı klorid kanalı 2 geni 3q26 kromozomal bölgesinde yer alır (Sander ve ark., 2000). CLCN2 geninin epilepsi ile ilişkisi bakımından tartışmalı çalışmalar bulunmaktadır. Bu konuda yapılmış çalışmalarda gendeki bazı mutasyonların idyopatik jeneralize epilepsi ile ilişki olduğunu belirtmesine (Haug ve ark., 2003; Kleefuss-Lie ve ark.,20099) karşın, Niemeyer ve arkadaşları bu mutasyonların epilepsi ile bağlantılı olmadığını ileri sürmüşlerdir (Niemeyer ve ark., 2010).

2.2.1.4.HCN (Hiperpolarizasyonla Aktive Edilen Siklik Nükleotid Kapılı) Kanalları
HCN kanalları kendine özgü biyolojik özellikleri olan voltaj kapılı iyon kanallarıdır. H-kanalı adı da verilmektedir. Diğer voltaj kapılı iyon kanallarından farklı özelliklere sahiptirler. Yapısal olarak K+ kanallarına benzemekle birlikte Na+ akışına geçirgendirler, bu nedenle nöronal membran potansiyelini depolarize ederler. Kanalın aktivasyonu hem voltaja hem de ikinci mesajcılara (cAMP) bağlıdır. Kanalın açılması diğer iyon kanallarına göre yavaştır ve diğer voltaj kapılı kanallar membran depolarizasyonu ile açılırken H-kanalları hiperpolarizasyona cevap sonucu açılır (Poolos, 2005).

HCN kanalları dört ayrı gen (HCN1-4) tarafından kodlanmaktadır. HCN alt tipleri arasındaki biyofizyolojik farklar bulundukları beyin bölgesinde çeşitli fonksiyonel rolleri üstlenmelerine yol açar. H-kanal aktivitesinin kaybı iç nöronal aşırı uyarılabilirliğe neden olur (Poolos, 2005).

HCN kanallarındaki kaybın epilepsiye neden olabileceğine ilişkin kesin bir kanıt henüz elde edilememiştir. Tang ve arkadaşlarının yaptıkları hasta-kontrol çalışmasında, HCN1 geninde A881T amino asit değişimi 510 kontrol grubunda gözlenmemesine karşın IJE grubunda bir hastada gözlenmiştir. HCN1 ve HCN2 gen varyantlarının IJE'ye katkısına ilişkin daha fazla çalışma yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Tang ve ark., 2008).

2.2.2. Ligand Kapılı İyon Kanalları
Hızlı sinaptik iletişime katılan Ligand kapılı iyon kanalları nikotinik asetil kolin (nAChR), 5-hidroksitriptamin3 (5-HT3), g-aminobutirik asitA (GABAA), glisin, iyonotrofik glutamat ve p2X reseptör ailelerinden oluşur (Collingridge ve ark., 2009).

Bu kanalları aktive eden nörotransmitterler ya uyarıcı (örn; ACh, glutamat) ya da engelleyici (örn; GABA, glisin) etkiye sahiptirler (Vidaurre et al; 2009). Ligand kapılı kanallarda kapalı, açık ve uyarıya karşı duyarsız olmak üzere üç ana yapısal durum söz konusudur (Lerche ve ark., 2001). Uyarıcı nörotransmitterler (glutamat,

ACh, seratonin ve ATP) ligand-kapılı iyon kanallarını açarak öncelikle Na+ ve Ca+2 geçişine izin verirler ve hücre daha kolay uyarılabilir hale gelir. İnhibitör hızlı nörotransmitterler (GABA ve glisin) ise klor (Cl-) geçişine izin vererek hücre içindeki negatif yükü arttırır ve hücrenin daha az uyarılabilir olmasına yol açar. Ligand kapılı kanallar transmitterin bağlanması ile açılır ve transmitter uzaklaşana kadar yeni uyarıya karşı duyarsızlaşır. Transmitter uzaklaştıktan sonra kanal kapanır, böylece bir sonraki uyarana karşı duyarlı hale gelir (Vidaurre et al; 2009).

Ligand kapılı kanallar birkaç alt üniteden oluşur. 2-4 transmembran segmenti (M1-4) içeren alt üniteler birbirine benzer yapıdadır. Her bir alt ünitedeki M2 segmenti iyon iletimini sağlayan merkezi poru oluşturan kısımdır (Lerche ve ark., 2001).

2.2.2.1. Nöronal Nikotinik Asetil Kolin Reseptörü (nAChR)
Nöronal nikotinik ACh reseptörleri iki α ve üç β alt üniteli pentamerik yapıda ligand kapılı kanallardır. Beyinde sekiz α-(α2-9) ve üç β-(β2-4) alt ünite izoformları eksprese edilmektedir. Beyinde en bol olarak bulunanları CHRNA4 geni ürünü olan α4 ve CHRNB2 geni tarafından kodlanan β2 alt üniteleridir (Dani, 2015).

2.2.2.1.1.CHRNA4 (Nöronal Asetil Kolin Reseptörü Alfa 4 Alt Ünitesi) Geni Mutasyonları
CHRNA4 geni 20. kromozomun (Anand and Lindstrom, 1992) q13.2-q13.3 bölgesinde bulunur (Steinlein ve ark., 1994) ve 6 ekzon içerir (Steinlein ve ark., 1996).

İdyopatik fokal epilepsi tiplerinden ADNFLE'li Avustralyalı geniş bir ailede yapılan çalışmalarda, genin 5. ekzonundaki Ser248Phe mutasyonunun reseptör fonksiyonunu azalttığı bulunmuştur (Phillips ve ark., 1995, Steinlein ve ark., 1995).

ADNFLE'li Norveçli bir ailede genin 776. pozisyonundaki nükleotidin bulunduğu kısma üç bp'lik (GCT) katılımın (insersiyon), kalsiyum geçirgenliğini düşürdüğü ve reseptör fonksiyon kaybından sorumlu olabileceği bildirilmiştir (Steinlein ve ark., 1997).

Genin 5. ekzonundaki Ser252Leu amino asit değişimine neden olan 755. pozisyondaki C'inin T bazına değişimi ADNFLE'den etkilenmiş kişilerde belirlenmiştir (Hirose ve ark., 1999; Cho ve ark.,2003). Bu değişim kanal fonksiyonunu bozmaktadır.

2.2.2.1.2.CHRNB2 (Nöronal Asetil Kolin Reseptörü β2 Alt Ünitesi) geni mutasyonları
CHRNB2 geni 1q21 kromozomal bölgesinde bulunur (Lueders ve ark., 1999) ve 6 ekzon (Rempel ve ark., 1998) içerir. Gendeki mutasyonlar reseptörün asetil koline duyarlılığını arttırıcı etki yapmaktadır (Hoda et al:, 2008).

Nikotinik asetil kolin reseptörünün β2 alt ünitesindeki, M2 domainini etkileyen V287M (Phillips ve ark., 2001) ve genin 5. ekzonundaki V287L (De Fusco ve ark., 2000) aminoasit değişiminin ADNFLE ile bağlantılı olduğu bulunmuştur.

Manfredi ve arkadaşları, nöronal nikotinik reseptörü beta 2 alt ünitesinde V287L mutasyonu taşıyan tip III ADNFLE'li farelerle yaptıkları çalışmada, mutant nikotinik reseptörün beyin gelişiminde nöronal ağdaki anormal oluşumdan sorumlu olduğunu, bunun da epilepsiye yol açtığını belirtmektedirler (Manfredi ve ark., 2009).

2.2.2.2.Gamma-aminobutirik Asid (GABA) Reseptörü
GABA santral sinir sistemindeki en önemli nörotransmitter engelleyicidir ve iyonotrofik GABAA ve GABAC reseptörleri ve metabotropik GABAB reseptörlerinde rol oynar. Şu ana kadar yapılan çalışmalarda epilepsi ile ilişkili GABA mutasyonlarının GABAA'da olduğu bulunmuştur (Reid ve ark., 2009).

2.2.2.2.1.GABAA Reseptörü
GABAA reseptörü, ligand kapılı iyon kanallarının Cys-loop ailesinin bir üyesidir. Pentamerik yapıda proteinler olan bu reseptörler, Cl- geçişine izin veren porlar içerir. GABAA reseptörü, α, β, γ, ε, δ ve θ alt ünitelerinin çeşitli kombinasyonları sonucu pentamerik yapı oluşturması ile oluşur. Beyindeki en yaygın GABAA reseptörü α1β2γ2 kompleksidir (Reid ve ark., 2009).

IJE ile ilişkili GABAA reseptörü mutasyonları ve varyantları α1, β3, γ2 ve δ alt ünitelerinde bulunmaktadır. Bu mutasyonların tipleri; yanlış anlamlı, anlamsız, kodlayıcı dizilerde çerçeve kayması ve genin kodlamayan dizilerindeki mutasyonlardan oluşmaktadır. Bu mutasyonlar, reseptör fonksiyonunun ya da reseptör alt ünite mRNA kararlılığının, reseptör alt ünite protein katlanması ve kararlılığının, reseptör alt ünitelerinin bir araya toplanmasının ve reseptör trafiğinin bozulmasına yol açmaktadır (Macdonald and Kang, 2009).

2.2.2.2.1.1.GABRA1 (Gamma-Aminobutirik Asid Reseptörü A1 Alt Ünitesi) Geni Mutasyonları
GABAA reseptörünün α1 alt ünitesini kodlayan gen GABRA1'dir. Bu gen genomda 5q34-q35 kromozomal bölgesine haritalanmıştır (Buckle ve ark., 1989).

Ala322Asp amino asit değişimine neden olan mutasyon JME (Cosette ve ark., 2002) ile, genin 975. nükleotidi olan C'inin delesyonu (975delC) sonucu oluşan çerçeve kayması mutasyonu çocukluk çağı absans epilepsi (CAE) (Maljevic ve ark., 2006) ile bağlantılı bulunmuştur.

2.2.2.2.1.2.GABRG2 (Gamma-aminobutirik Asid Reseptörü Gamma2 Alt Ünitesi) Geni Mutasyonları
GABRG2 geni GABAA reseptörünün γ2 (gamma2) alt ünitesini kodlamaktadır. Gen 5q31.1-q33.1 kromozomal bölgesinde yerleşiktir (Wilcox ve ark., 1992) ve 9 ekzon içerir (Harkin ve ark., 2002).

Gendeki Lys289Met yerdeğişimine neden olan yanlış anlamlı mutasyon GEFS+'de,, Arg43Gln (R43Q) mutasyonu hem CAE hem de febril nöbet (FS)'de etkili olmaktadır (Wallace ve ark., 2001b). R139G mutasyonu FS ile ilişkilendirilmiştir (Audenaert ve ark., 2006).

2.2.2.2.1.3.GABRD (Gamma-aminobutirik Asid Reseptörü Delta Alt Ünitesi) Geni Mutasyonları
GABRD geni GABAA reseptörünün delta alt ünitesini kodlar. Bu gen 1. kromozomun p36.3 kromozomal bölgesinde bulunmaktadır (Emberger ve ark., 2000). İnsan GABRD geni 1A ve 1B varyantları 9 ekzon, 1C varyantı 8 ekzon içermektedir (Windpassinger ve ark., 2002).

Gendeki Glu177Ala mutasyonu, Arg220His amino asit yerdeğişimine neden olan yanlış anlamlı mutasyon GEFS+'lı ailelerde bulunmuştur (Dibbens ve ark., 2004).

2.3.İdyopatik Epilepsilerle İlişkili Diğer Genler
İdyopatik epilepsilerin kanal hastalığı olarak isimlendirilmelerine neden olan iyon kanal genlerindeki mutasyonların hastalığa etkisi dışında, epilepsi ile ilişkili non iyon kanal genlerindeki mutasyonların da hastalığın ortaya çıkmasında katkısının olduğu belirtilmektedir. Bu genler arasında, LGI1 (Leucine-rich glioma, inactivated gene 1), LGI4 (Leucine-rich glioma, inactivated gene 4), ME2 (Malik enzim 2), SLC1A3 (uyarıcı aminoasit transporter 1 (EAAT1), EFHC1 (EF-hand domain (C-terminal) containing 1, MASS1 (monogenic, audiogenic seizure susceptibility 1 homolog), EFHC2 (EF-hand domain (C-terminal) containing 2) bulunmaktadır.

2.3.1.LGI1 (Leucine-Rich Glioma, Inactivated Gene 1) geni mutasyonları
LGI1 geni 10q24 kromozom bölgesinde bulunur (Chernova ve ark., 1998) ve genin 8. ekzonunun alternatif kesip çıkarma işlemi sonucunda beyin ve iskelet kasında farklı ürünleri oluşmaktadır (Morante-Redolat ve ark., 2002).

LGI1 genindeki çeşitli mutasyonlar işitsel özellikli otozomal dominant parsiyal epilepsi (ADPEAF)'ye sebep olmaktadır. Gendeki Glu383Ala, 1-bp del, 835C, IVS3AS, C-A, -3 ((Kalachikov ve ark., 2002), Cys46Arg (Gu ve ark., 2002a), 1320C-T (Morante-Redolat ve ark., 2002), Phe318Cys (Fertig ve ark., 2003), Leu232Pro (Chabrol ve ark., 2007), Arg136Trp (Michelucci ve ark., 2007), Ile122Lys (Striano ve ark., 2008) mutasyonları ADPEAF ile ilişkili bulunan mutasyonlardandır.

2.3.2.LGI4 (Leucine-Rich Glioma, Inactivated Gene 4) geni mutasyonları
LGI4 geni 19q13.11 kromozomal bölgede yerleşiktir ve 9 ekzon içerir (Gu ve ark., 2002b). LGI4 geni BFIC ve IJE ile bağlantılı bölgede bulunmaktadır. CAE hastalarında c.1914GC>AT polimorfizminin hastalıkla bağlantılı olabileceği belirtilmektedir (Gu ve ark., 2004).

2.3.3.ME2 (Malik Enzim 2) Geni Mutasyonları

Malik enzim 2, nöronlarda GABA sentezi için gerekli olan piruvatı malata çeviren mitokondrial bir enzimdir (Reid ve ark., 2009).

ME2 geni 18q21 kromozomal bölgesine haritalanmış ve 16 ekzon içerdiği belirlenmiştir (Yanaihara ve ark., 2001).

Linkaj ve asosiasyon analizleriyle ortaya konan 9 SNP haplotipi'nin IJE'li hasta populasyonunda arttığı belirlenmiştir (Greenberg ve ark., 2005). Bir diğer benzer çalışmada ise bu gendeki mutasyonların IJE üzerinde etkisinin olmadığı bildirilmiştir (Lenzen ve ark., 2005b).

2.3.4.MASS1 (Monogenic, Audiogenic Seizure Susceptibility 1 Homolog) Geni Mutasyonları

G Protein-Coupled Receptor 98 (GPR98) olarak da isimlendirilen MASS1 geni ürünü G proteinle bağlantılı çok büyük reseptörün bir kısmını oluşturur. Bu reseptör gelişme sırasında önemli bir role sahiptir (Reid, 2009).

MASS1 geni 5q14 kromozom bölgesinde bulunur (Nikkila ve ark., 2000) ve 90 ekzon içerir (McMillan ve ark., 2002). Gendeki Ser2652Ter anlamsız mutasyon sonucu C ucunda 126 aminoasitlik kısmın kaybolmasına yol açan bu mutasyon febril ve afebril nöbetli bir ailede saptanmıştır (Nakayama ve ark., 2002).

2.3.5.EFHC1 ve EFHC2 Geni Mutasyonları

EF-el yapısı Ca2+ bağlayan motif 1 (EFHC1) ve 2 (EFHC2) genleri iyon kanalları ile ilişkilendirilen non iyon kanal genlerindendir. EFHC1 geninin insan genomundaki paraloğu EFHC2 genidir. EFHC1 ve EFHC 2 genleri beyinde nöronlarda ifade edilir (Gu ve ark., 2005).

2.3.5.1.EFHC1 Geni Mutasyonları

EFHC1 geni 6p12-p11 kromozomal bölgede bulunur ve 11 ekzon içerir. EFHC1 geni 640 aminoasitlik EF-el motifli bir protein kodlar. Protein, üç DM-10 domaini ve bir EF-el yapısına sahip kalsiyum bağlayan motif içerir (Suzuki ve ark., 2004).

Suzuki ve arkadaşları, fare hipokampal primer kültüründe EFHC1'in aşırı ifadesinin (overexpression) nöronları apopitozise teşvik ettiğini gösterdiler. Aynı çalışmada fare beyninde EFHC1 ve Cav2.3 (R tipi kalsiyum kanalı)'ün immüno materyallerinde Cav2.3 C ucu ile EFHC1'in birlikte immunopresipite olduğunu belirlediler. Patch-clamp analizinde de EFHC1'in Cav2.3 kanalı aracılığıyla Ca2+ akımını arttırmakta, JME'li EFHC1 geni mutasyonu taşıyanlarda bu durum kısmi olarak tersine çevrilmektedir (Suzuki ve ark., 2004).

İnsanlardaki EFHC1 geni ortoloğu olan myoklonin 1 geni (mRib72-1) bakımından mutant farelerle yapılan bir diğer çalışmada, heterozigot değil de null mutant olan farelerde beyin ventriküllerinin aşırı genişlediği belirlenmiştir. Yetişkin farelerde, hem heterozigotlarda hem de null mutantlarda sıklıkla kendiliğinden myoklonik nöbetlerin geliştiği görülmüştür. Myoklonin1'in fonksiyon kaybı ya da azalması EFHC1 mutasyonlarının sebep olduğu epilepsilerin altında yatan moleküler temel olabilir (Suzuki ve ark., 2009).

EFHC1 genindeki Arg182His, Phe229Leu (Suzuki ve ark., 2004), Asp210Asn, Pro77Thr, Arg221His (Bai ve ark., 2002; Suzuki ve ark., 2004) ve Gln277Ter (Medina ve ark., 2008) mutasyonları JME ile ilişkilendirilmektedir. Ile174Val ve Cys259Tyr yanlış anlamlı mutasyonlar JAE'li hastalarda belirlenmiştir (Stogman ve ark., 2006).

2.3.5.2.EFHC2 Geni Mutasyonları

EFHC2 geni Xp11.3 kromozomal bölgesinde bulunur, 15 ekzon içerir ve 749 amino asitlik bir protein kodlar. Protein, üç DM-10 domaini ve üç olduğu varsayılan EF-el yapısına sahip kalsiyum bağlayan motif içerir (Gu ve ark., 2005). EFHC1 geninin paroloğu olan EFHC2 geni ürününün fonksiyonu hakkında herhangi bir bilgi yoktur.

Gu ve arkadaşlarının Alman populasyonunda yaptıkları bir çalışmada 654 IJE hastası ve 662 kontrol grubundaki örneklerde EFHC2 geninde polimorfizmler belirlemişlerdir. IJE alt gruplarından absans nöbeti olmayan 81 klasik JME'si olan hastalarda bu polimorfizmlerden S430Y (rs2208592) yanlış anlamlı mutasyonun hastalıkla zayıf bir ilişkisi olduğu bildirilmiştir (Gu ve ark., 2005).

SONUÇ

Altında yapısal bir beyin lezyonu veya başka nörolojik belirti ve bulgular olmaksızın sadece epilepsinin olduğu idyopatik epilepsilerde non iyon ve iyon kanallarını kodlayan genlerdeki mutasyonlar hastalıkla ilişkilidir. Yapılan çalışmalar, IE'lerde bir genin birden fazla hastalık alt tipleri üzerinde etkili olduğu ya da birden fazla genin de aynı IE tipinde etkili olduğunu göstermektedir. Bazı mutasyonların hastalıkla ilişkisine yönelik birbirine zıt bulguların olduğu da görülmektedir. Bu durum, hastalıkla ilişkilendirilen genin etnik kökenine bağlı olarak hastalık üzerinde etkisini gösteriyor olmasından kaynaklanabilir. Genotipik ve fenotipik heterojenitenin söz konusu olduğu bu kompleks hastalığın oluşumunda rol oynayan genetik etkenlerle ilgili yapılacak yeni çalışmaların, epilepsinin patofizyolojisinin aydınlatılması ve yeni tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine katkısı olacaktır.

Alam MS, Kaur G, Javed K, Athar M 2007. Eruca sativa seeds possess antioxidant activity and exert a protective effect on mercuric chloride induced renal toxicity. Food and Chemical Toxicology, 45: 910-920.

KAYNAKLAR

Abou-Khalil B, Ge Q, Desai R, Ryther R, Bazyk A, Bailey R, Haines JL, Sutcliffe JS, George AL Jr 2001. Partial and generalized epilepsy with febrile seizures plus an a novel SCN1A mutation. Neurology, 57: 2265–2272.

Ahmed CMI, Ware DH, Lee SC, Patten CD, Ferrer-Montiel AV, Schinder AF, McPherson JD, Wagner-McPherson CB, Wasmuth JJ, Evans GA, Montal M 1992. Primary structure, chromosomal localization, and functional expression of a voltage-gated sodium channel from human brain**.** Proc. Nat. Acad. Sci, 89: 8220-8224.

Anand R, Lindstrom J 1992. Chromosomal localization of seven neuronal nicotinic acetylcholine receptor subunit genes in humans. Genomics, 13: 962-967.

Annesi G, Gambardella A, Carrideo S, Incorpora G, Labate A, Pasqua AA, Civitelli D, Polizzi A, Annesi F, Spadafora P, Tarantino P, Ciro Candiano IC, Romeo N, De Marco EV, Ventura P, LePiane E, Zappia M, Aguglia U, Pavone L, Quattrone A 2003. Two novel SCN1A missense mutations in generalized epilepsy with febrile seizures plus. Epilepsia, 44: 1257–1258.

Audenaert D, Claes L, Ceulemans B, Lofgren A, Van Broeckhoven C, De Jonghe P 2003. A deletion in SCN1B is associated with febrile seizures and early-onset absence epilepsy. Neurology, 61: 854–856.

Audenaert D, Schwartz E, Claeys KG, Claes L, Deprez L, Suls A, Van Dyck T, Lagae L, Van Broeckhoven C, Macdonald RL, De Jonghe PA 2006. novel GABRG2 mutation associated with febrile seizures. Neurology, 67: 687–690.

Bai D, Alonso ME, Medina MT, Bailey JN, Morita R, Cordova S, Rasmussen A, Ramos-Peek J, Ochoa A, Jara A, Donnadieu FR, Cadena G, Yamakawa K, Delgado-Escueta AV 2002. Juvenile myoclonic epilepsy: linkage to chromosome 6p12 in Mexico families. Am J Med Genet, 113: 268-274,

Bebek N, Baykan B 2006. Epilepsilerin Genetik Yönü ve İdyopatik Epilepsi Genetiğinde Son Gelişmeler. Journal of Neurological Sciences [Turkish], 23:(2): 70-83

Berkovic SF, Heron SE, Giordano L, Marini C, Guerrini R, Kaplan RE, Gambardella A, Steinlein OK, Grinton BE, Dean JT, Bordo L, Hodgson BL, Yamamoto T, Mulley JC, Zara F, Scheffer IE 2004. Benign familial neonatal-infantile seizures: characterization of a new sodium channelopathy. Ann Neurol, 55: 550-557.

Buckle VJ, Fujita N, Bateson AN, Darlison MG, Barnard EA 1989. Localization of human GABA-A receptor subunit genes to chromosomes 4 and 5. Cytogenet Cell Genet, 51: 972.

Catterall WA, Goldin AL, Waxman SG 2005. International Union of Pharmacology. XLVII. Nomenclature and structure–function relationships of voltagegated sodium channels. Pharmacol Rev, 57: 397–409.

Chabrol E, Popescu C, Gourfinkel-An I, Trouillard O, Depienne C, Senechal K, Baulac M, LeGuern E, Baulac S 2007. Two novel epilepsy-linked mutations leading to a loss of function of LGI1. Arch Neurol, 64: 217-222.

Chen Y, Li M, Zhang Y, He L, Yamada Y, Fitzmaurice A, Shen Y, Zhang H, Tong L, Yang J 2004. Structural basis of the alpha-1-beta subunit interaction of voltage-gated Ca(2+) channels. Nature, 429: 675-680.

Chen Y, Lu J, Pan H, Zhang Y, Wu H, Xu K, Liu X, Jiang Y, Bao X, Yao Z, Ding K, Lo WHY, Qiang B, Chan P, Shen Y, Wu X 2003. Association between genetic variation of CACNA1H and childhood absence epilepsy. Ann. Neurol, 54: 239-243.

Chernova OB, Somerville RPT, Cowell JK 1998. A novel gene, LGI1, from 10q24 is rearranged and downregulated in malignant brain tumors. Oncogene, 17: 2873-2881.

Chioza B, Osei-Lah A, Nashef L, Suarez-Merino B, Wilkie H, Sham Pak, Knight J, Asherson P, Makoff AJ 2002. Haplotype and linkage disequilibrium analysis to characterise a region in the calcium channel gene CACNA1A associated with idiopathic generalised epilepsy. European Journal of Human Genetics, 10: 857–864.

Chioza B, Wilkie H, Nashef L, Blower J, McCormick D, Sham P, Asherson P, Makoff AJ 2001. Association between the alpha (1a) calcium channel gene CACNA1A and idiopathic generalized epilepsy. Neurology, 56: 1245–1246.

Cho YW, Motamedi GK, Laufenberg I, Sohn SI, Lim JG, Lee H, Yi SD, Lee JH, Kim DK, Reba R, Gaillard WD, Theodore WH, Lesser RP, Steinlein OK 2003. A Korean kindred with autosomal dominant nocturnal frontal lobe epilepsy and mental retardation. Arch. Neurol, 60: 1625-1632.

Claes L, Del-Favero J, Ceulemans B, Lagae L, Van Broeckhoven C, De Jonghe P 2001. De novo mutations in the sodium-channel gene SCN1A cause severe myoclonic epilepsy of infancy. Am J Hum Genet, 68: 1327–1332.

Cossette P, Liu L, Brisebois K, Dong H, Lortie A, Vanasse M, Saint-Hilaire J-M, Carmant ,L Verner A, Lu W-Y, Wang YT, Rouleau GA 2002. Mutation of GABRA1 in an autosomal dominant form of juvenile myoclonic epilepsy. Nature Genet, 31: 184-189.

Cossette P, Loukas A, Lafreniere RG, Rochefort D, Harvey-Girard E, Ragsdale DS, Dunn RJ, Rouleau GA 2003. Functional characterization of the D188V mutation in neuronal voltage-gated sodium channel causing generalized epilepsy with febrile seizures plus (GEFS). Epilepsy Res, 53: 107–117.

Dani JA 2015. Neuronal Nicotinic Acetylcholine Receptor Structure and Function and Response to Nicotine. Int Rev Neurobiol, 124: 3-19.

De Fusco M, Becchetti A, Patrignani A, Annesi G, Gambardella A, Quattrone A, Ballabio A, Wanke E, Casari G 2000. The nicotinic receptor beta-2 subunit is mutant in nocturnal frontal lobe epilepsy. Nature Genet, 26: 275-276.

Dibbens LM, Feng H-J, Richards MC, Harkin LA, Hodgson BL, Scott D, Jenkins M, Petrou S, Sutherland GR, Scheffer IE, Berkovic SF, Macdonald RL, Mulley JC 2004. GABRD encoding a protein for extra- or peri-synaptic GABA-A receptors is a susceptibility locus for generalized epilepsies. Hum Molec Genet, 13: 1315-1319.

Emberger W, Windpassinger C, Petek E, Kroisel PM, Wagner K 2000. Assignment of the human GABAA receptor delta-subunit gene (GABRD) to chromosome band 1p36.3 distal to marker NIB1364 by radiation hybrid mapping. Cytogenet Cell Genet, 89: 281-282.

Engel J. Jr 2001. A proposed diagnostic scheme for people with epileptic seizures and with epilepsy: Repor of the ILAE task force on classification and terminology. Epilepsia, 42: 796-803.

Escayg A, De Waard M, Lee DD, Bichet D, Wolf P, Mayer T, Johnston J, Baloh R, Sander T, Meisler MH 2000. Coding and noncoding variation of the human calcium-channel beta(4)-subunit gene CACNB4 in patients with idiopathic generalized epilepsy and episodic ataxia. Am J Hum Genet, 66: 1531-1539.

Escayg A, Heils A, MacDonald BT, Haug K, Sander T, Meisler MH 2001. A novel SCN1A mutation associated with generalized epilepsy with febrile seizures plus - and prevalence of variants in patients with epilepsy. Am J Hum Genet, 68: 866–873.

Escayg A, Jones JM, Kearney JA, Hitchcock PF, Meisler MH 1998. Calcium channel beta-4 (CACNB4): human ortholog of the mouse epilepsy gene lethargic. Genomics, 50: 14-22.

Fertig E, Lincoln A, Martinuzzi A, Mattson RH, Hisama FM 2003. Novel LGI1 mutation in a family with autosomal dominant partial epilepsy with auditory features. Neurology, 60: 1687-1690.

Forehand CJ 2009. The action potantial, synaptic transmission, and maintenance of nevre function. Rhoades R, Bell DR, editors. Medical physiology: principles for clinical medicine, 3rd Ed. Lippincott Williams & Wilkins, China,. p37-39

Greenberg DA, Cayanis E, Strug L, Marathe S, Durner M, Pal DK, Alvin GB, Klotz I, Dicker E, Shinnar S, Bromfield EB, Resor S, Cohen J, Moshe SL, Harden C, Kang H 2005. Malic enzyme 2 may underlie susceptibility to adolescent-onset idiopathic generalized epilepsy. Am J Hum Genet, 76: 139–146.

Gu W, Brodtkorb E, Steinlein OK 2002a. LGI1 is mutated in familial temporal lobe epilepsy characterized by aphasic seizures. Ann Neurol, 52: 364-367.

Gu W, Sander T, Becker T, Steinlein OK 2004. Genotypic association of exonic LGI4 polymorphisms and childhood absence epilepsy. Neurogenetics, 5: 41–44.

Gu W, Sander T, Heils A, Lenzen KP, Steinlein OK 2005. A new EF-hand containing gene EFHC2 on Xp11.4: Tentative evidence for association with juvenile myoclonic epilepsy. Epilepsy Res, 66: 91–98.

Gu W, Wevers A, Schroder H, Grzeschik K-H, Derst C, Brodtkorb E, de Vos R, Steinlein O K 2002b. The LGI1 gene involved in lateral temporal lobe epilepsy belongs to a new subfamily of leucine-rich repeat proteins. FEBS Letter, 519: 71-76.

Harkin LA, Bowser DN, Dibbens LM, Singh R, Phillips F, Wallace RH, Richards MC, Williams DA, Mulley JC, Berkovic SF, Scheffer IE, Petrou S 2002. Truncation of the GABA-A-receptor gamma-2 subunit in a family with generalized epilepsy with febrile seizures plus. Am J Hum Genet, 70: 530-536.

Heron SE, Crossland KM, Andermann E, Phillips HA, Hall AJ, Bleasel A, Shevell M, MerchoS Seni MH, Guiot MC, Mulley JC, Berkovic SF, Scheffer IE 2002. Sodium-channel defects in benign familial neonatal-infantile seizures. Lancet, 360: 851-852.

Heron SE, Khosravani H, Varela D, Bladen C, Williams TC, Newman MR, Scheffer IE, Berkovic SF, Mulley JC, Zamponi GW 2007b. Extended spectrum of idiopathic generalized epilepsies associated with CACNA1A functional variants**.** Ann Neurol, 62: 560-568.

Heron SE, Phillips HA, Mulley JC, Mazarib A, Neufeld MY, Berkovic SF, Scheffer IE 2004. Genetic variation of CACNA1H in idiopathic generalized epilepsy (Letter). Ann Neurol, 55: 595-596.

Heron SE, Scheffer IE, Berkovic SF, Dibbens LM, Mulley JC 2007a. Channelopathies in Idiopathic Epilepsy. Neurotherapeutics, 4(2): 295-304

Hirose S, Iwata H, Akiyoshi H, Kobayashi K, Ito M, Wada K, Kaneko S, Mitsudome A 1999. A novel mutation of CHRNA4 responsible for autosomal dominant nocturnal frontal lobe epilepsy. Neurology, 53: 1749-1753.

Hirose S 2006. A new paradigm of channelopathy in epilepsy syndromes: Intracellular trafficking abnormality of channel molecules. Epilepsy Research, 70(1): 206-217

Hoda JC, Gu W, Friedli M, Phillips H, Bertrand S, Antonarakis SE, Goudie D, Roberts R, Scheffer I, Marini C, Patel J, Berkovic SF, Mulley JC, Steinlein OK, Bertrand DC 2008. Human nocturnal frontal lobe epilepsy: pharmocogenomic profiles of pathogenic nAChR {beta}-subunit mutations outside the ion channel pore. Mol Pharmacol, 74(2): 379-391.

Jagannathan S, Punt EL, Gu Y, Arnoult C, Sakkas D, Barratt CLR, Publicover SJ 2002. Identification and localization of T-type voltage-operated calcium channel subunits in human male germ cells: expression of multiple isoforms. J Biol Chem, 277: 8449-8456,

Kalachikov S, Evgrafov O, Ross B, Winawer M, Barker-Cummings C, Boneschi F M, Choi C, Morozov P, Das K, Teplitskaya E, Yu A, Cayanis E, Penchaszadeh G, Kottmann A H, Pedley T A, Hauser W A, Ottman R, Gilliam TC 2002. Mutations in LGI1 cause autosomal-dominant partial epilepsy with auditory features. Nature Genet, 30: 335-341.

Kamiya K, Kaneda M, Sugawara T, Mazaki E, Okamura N, Montal M, Makita N, Tanaka M, Fukushima K, Fujiwara T, Inoue Y, Yamakawa K 2004. A nonsense mutation of the sodium channel gene SCN2A in a patient with intractable epilepsy and mental decline. J. Neurosci, 24: 2690–2698.

Khosravani H, Altier C, Simms B, Hamming KS, Snutch TP, Mezeyova J, McRory JE, Zamponi GW 2004. Gating effects of mutations in the Ca(v)3.2 T-type calcium channel associated with childhood absence epilepsy**.** J Biol Chem, 279: 9681-9684.

Kleefuss-Lie A, Friedl W, Cichon S, Haug K, Warnstedt M, Alekov A, Sander T, Ramirez A, Poser B, Maljevic S, Hebeisen S, Kubisch C, Rebstock J, Horvath S, Hallmann K, Dullinger JS, Rau B, Haverkamp F, Beyenburg S, Schulz H, Janz D, Giese B, Müller-Newen G, Propping P, Elger CE, Fahlke C, Lerche H 2009. CLCN2 variants in idiopathic generalized epilepsy. Nat Genet, 41(9): 954-955.

Lenzen KP, Heils A, Lorenz S, Hempelmann A, Höfels S, Lohoff FW, Schmitz B, Sander T. Supportive evidence for an allelic association of the human KCNJ10 potassium channel gene with idiopathic generalized epilepsy. Epilepsy Research. 2005a;63: 113–118.

Lenzen KP, Heils A, Lorenz S, Hempelmann A, Sander T 2005b. Association analysis of malic enzyme 2 gene polymorphisms with idiopathic generalized epilepsy. Epilepsia, 46: 1637–1641.

Lerche H, Jurkat-Rott K and Lehmann-Horn F 2001. Ion Channels and Epilepsy. American Journal of Medical Genetics (Semin. Med. Genet.), 106: 146-159.

Lossin C, Rhodes TH, Desai RR, Vanoye CG, Wang D, Carniciu S, Devinsky O, George AL, Jr 2003. Epilepsy-associated dysfunction in the voltage-gated neuronal sodium channel SCN1A. J Neuroscience, 23: 11289–11295.

Lucarini N, Verrotti A, Napolioni V, Bosco G, Curatolo P 2007. Genetic polymorphisms and idiopathic generalized epilepsies. Pediatr Neurol, 37: 157-164.

Lueders KK, Elliott RW, Marenholz I, Mischke D, DuPree M, Hamer D 1999. Genomic organization and mapping of the human and mouse neuronal beta-1-nicotinic acetylcholine receptor genes. Mammalian Genome, 10: 900-905.

Macdonald RL, Kang J-Q 2009. Molecular pathology of genetıc epilepsies associated with gabaa receptor subunit mutations. Epilepsy Currents, 9(1): 18–23.

Makita N, Sloan-Brown K, Weghuis DO, Ropers HH, George AL Jr 1994. Genomic organization and chromosomal assignment of the human voltage-gated Na+ channel beta 1 subunit gene (SCN1B). Genomics, 23(3): 628-634.

Maljevic S, Krampfl K, Cobilanschi J, Tilgen N, Beyer S Weber YG, Schlesinger F, Ursu D, Melzer W, Cossette P, Bufler J, Lerche H, Heils A 2006. A mutation in the GABA-A receptor alpha-1-subunit is associated with absence epilepsy. Ann Neurol, 59: 983-987.

Manfredi I, Zani AD, Rampoldi L, Pegorini S, Bernascone I, Moretti M, Gotti C, Croci L, Consalez GG, Ferini-Strambi L, Sala M, Pattini L, Casari G 2009. Expression of mutant beta-2 nicotinic receptors during development is crucial for epileptogenesis. Hum Molec Genet, 18: 1075-1088.

McClatchey AI, Cannon SC, Slaugenhaupt SA, Gusella JF 1993. The cloning and expression of a sodium channel beta-1-subunit cDNA from human brain. Hum Molec Genet, 2: 745-749.

McMillan DR, Kayes-Wandover KM, Richardson JA, White PC 2002. Very large G protein-coupled receptor-1, the largest known cell surface protein, is highly expressed in the developing central nervous system. J Biol Chem, 277: 785-792.

Medina MT, Suzuki T, Alonso ME, Durón RM, Martínez-Juárez IE, Bailey JN, Bai D, Inoue Y, Yoshimura I, Kaneko S, Montoya MC, Ochoa A, Prado AJ, Tanaka M, Machado-Salas J, Fujimoto S, Ito M, Hamano S, Sugita K, Ueda Y, Osawa M, Oguni H, Rubio-Donnadieu F, Yamakawa K, Delgado-Escueta AV 2008. Novel mutations in myoclonin1/EFHC1 in sporadic and familial juvenile myoclonic epilepsy. Neurology, 70: 2137-2144.

Michelucci R, Mecarelli O, Bovo G, Bisulli F, Testoni S, Striano P, Striano S, Tinuper P, Nobile C 2007. A de novo LGI1 mutation causing idiopathic partial epilepsy with telephone-induced seizures. Neurology, 68: 2150-2151.

Morante-Redolat JM, Gorostidi-Pagola A, Piquer-Sirerol S, Sáenz A, Poza JJ, Galán J, Gesk S, Sarafidou T, Mautner VF, Binelli S, Staub E, Hinzmann B, French L, Prud'homme JF, Passarelli D, Scannapieco P, Tassinari CA, Avanzini G, Martí-Massó JF, Kluwe L, Deloukas P, Moschonas NK, Michelucci R, Siebert R, Nobile C, Pérez-Tur J, López de Munain A 2002. Mutations in the LGI1/Epitempin gene on 10q24 cause autosomal dominant lateral temporal epilepsy. Hum Molec Genet, 11: 1119-1128.

Mulley JC, Nelson P, Guerrero S, Dibbens L, Iona X, McMahon JM, Harkin L, Schouten J, Yu S, Berkovic SF, Scheffer IE 2006. A new molecular mechanism for severe myoclonic epilepsy of infancy: exonic deletions in SCN1A. Neurology, 67: 1094–1095.

Nakayama J, Fu Y-H, Clark AM, Nakahara S, Hamano K, Iwasaki N, Matsui A, Arinami T, Ptacek LJ 2002. A nonsense mutation of the MASS1 gene in a family with febrile and afebrile seizures. Ann Neurol, 52: 654-657.

Niemeyer MI, Cid LP, Sepúlveda FV, Blanz J, Auberson M, Jentsch TJ 2010. No evidence for a role of CLCN2 variants in idiopathic generalized epilepsy. Nat Genet, 42(1):3.

Nikkila H, McMillan DR, Nunez BS, Pascoe L, Curnow KM, White PC 2000. Sequence similarities between a novel putative G protein-coupled receptor and Na(+)/Ca(2+) exchangers define a cation binding domain. Molec Endocr, 14: 1351-1364.

Ogiwara I, Ito K, Sawaishi Y, Osaka H, Mazaki E, Inoue I, Montal M, Hashikawa T, Shike T, Fujiwara T, Inoue Y, Kaneda M, Yamakawa K 2009. De novo mutations of voltage-gated sodium channel alphaII gene SCN2A in intractable epilepsies. Neurology, 73(13): 1046-1053.

Ophoff RA, Terwindt GM, Vergouwe MN, van Eijk R, Oefner PJ, Hoffman SMG, Lamerdin JE, Mohrenweiser HW, Bulman DE, Ferrari M, Haan J, Lindhout D, van Ommen GJB, Hofker MH, Ferrari MD, Frants RR 1996. Familial hemiplegic migraine and episodic ataxia type-2 are caused by mutations in the Ca(2+) channel gene CACNL1A4. Cell, 87: 543-552.

Phillips HA, Favre I, Kirkpatrick M, Zuberi SM, Goudie D, Heron SE, Scheffer IE, Sutherland GR, Berkovic SF, Bertrand D, Mulley JC 2001. *CHRNB2* Is the Second Acetylcholine Receptor Subunit Associated with Autosomal Dominant Nocturnal Frontal Lobe Epilepsy. Am J Hum Genet, 68: 225–231.

Phillips HA, Scheffer IE, Berkovic SF, Hollway GE, Sutherland GR, Mulley JC 1995. Localization of a gene for autosomal dominant nocturnal frontal lobe epilepsy to chromosome 20q13.2. Nature Genet, 10: 117-118.

Poolos NP 2005. The h-channel: a potential channelopathy in epilepsy? Epilepsy Behav, 7(1): 51-56.

Reid CA, Berkovic SF, Petrou S 2009. Mechanisms of human inherited epilepsies. Progress in Neurobiology, 87: 41–57

Rempel N, Heyers S, Engels H, Sleegers E, Steinlein OK 1998. The structures of the human neuronal nicotinic acetylcholine receptor beta-2- and alpha-3-subunit genes (CHRNB2 and CHRNA3). Hum Genet, 103(6): 645-653.

Sander T, Schulz H, Saar K, Gennaro E, Riggio MC, Bianchi A, Zara F, Luna D, Bulteau C, Kaminska A, Ville D, Cieuta C, Picard F, Prud'homme JF, Bate L, Sundquist A, Gardiner RM, Janssen GA, de Haan GJ, Kasteleijn-Nolst-Trenité DG, Bader A, Lindhout D, Riess O, Wienker TF, Janz D, Reis A 2000. Genome search for susceptibility loci of common idiopathic generalised epilepsies. Hum. Molec. Genet, 9(10): 1465-1472.

Schaller KL, Krzemien DM, McKenna NM, Caldwell JH 1992. Alternatively spliced sodium channel transcripts in brain and muscle. J Neuroscience, 12: 1370–1381.

Scheffer I, Berkovic S 2008. Generalized (genetic) epilepsy with febrile seizures plus. In: Engel JJ, Pedley T, editors. Epilepsy: a comprehensive textbook. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins. p. 2553–2558.

Scheffer IE, Harkin LA, Grinton BE, Dibbens LM, Turner SJ, Zielinski MA, Xu R, Jackson G, Adams J, Connellan M, Petrou S, Wellard RM, Briellmann RS, Wallace RH, Mulley JC, Berkovic SF 2007. Temporal lobe epilepsy and GEFS+ phenotypes associated with SCN1B mutations. Brain, 130: 100–109.

Shi X, Yasumoto S, Nakagawa E, Fukasawa T, Uchiya S, Hirose S 2009. Missense mutation of the sodium channel gene SCN2A causes Dravet syndrome. Brain Dev, 31(10): 758-762.

Singh NA, Charlier C, Stauffer D, DuPont BR, Leach RJ, Melis R, Ronen GM, Bjerre I, Quattlebaum T, Murphy JV, McHarg ML, Gagnon D, Rosales TO, Peiffer A, Anderson VE, Leppert M 1998. A novel potassium channel gene, KCNQ2, is mutated in an inherited epilepsy of newborns. Nature Genet, 18: 25-29.

Spampanato J, Aradi I, Soltesz I, Goldin AL 2004a. Increased neuronal firing in computer simulations of sodium channel mutations that cause generalized epilepsy with febrile seizures plus. J. Neurophysiol, 91: 2040–2050.

Spampanato J, Kearney JA, de Haan G, McEwen DP, Escayg A, Aradi I, MacDonald BT, Levin SI, Soltesz I, Benna P, Montalenti E, Isom LL, Goldin AL, Meisler MH 2004b. A novel epilepsy mutation in the sodium channel SCN1A identifies a cytoplasmic domain for beta subunit interaction. J. Neurosci, 24: 10022–10034.

Steinlein O, Smigrodzki R, Lindstrom J, Anand R, Kohler M, Tocharoentanaphol C, Vogel F 1994. Refinement of the localization of the gene for neuronal nicotinic acetylcholine receptor alpha-4 subunit (CHRNA4) to human chromosome 20q13.2-q13.3. Genomics, 22: 493-495.

Steinlein O, Weiland S, Stoodt J, Propping P 1996. Exon-intron structure of the human neuronal nicotinic acetylcholine receptor alpha-4 subunit (CHRNA4). Genomics, 32: 289-294.

Steinlein OK, Magnusson A, Stoodt J, Bertrand S, Weiland S, Berkovic SF, Nakken KO, Propping P, Bertrand D 1997. An insertion mutation of the CHRNA4 gene in a family with autosomal dominant nocturnal frontal lobe epilepsy. Hum Molec Genet, 6: 943-947.

Steinlein OK, Mulley JC, Propping P, Wallace RH, Phillips HA, Sutherland GR, Scheffer IE, Berkovic SF 1995. A missense mutation in the neuronal nicotinic acetylcholine receptor alpha 4 subunit is associated with autosomal dominant nocturnal frontal lobe epilepsy. Nat Genet, 11: 201–203.

Steinlein OK 2004. Genetic Mechanisms that underline epilepsy. Nat Rev Neurosci, 5(5): 400-408

Stogmann E, Lichtner P, Baumgartner C, Bonelli S, Assem-Hilger E, Leutmezer F, Schmied M, Hotzy C, Strom TM, Meitinger T, Zimprich F, Zimprich A 2006. Idiopathic generalized epilepsy phenotypes associated with different EFHC1 mutations. Neurology, 67: 2029-2031.

Striano P, de Falco A, Diani E, Bovo G, Furlan S, Vitiello L, Pinardi F, Striano S, Michelucci R, de Falco FA, Nobile C 2008. A novel loss-of-function LGI1 mutation linked to autosomal dominant lateral temporal epilepsy. Arch Neurol, 65: 939-942.

Sugawara T, Mazaki-Miyazaki E, Ito M, Nagafuji H, Fukuma G, Mitsudome A, Wada K, Kaneko S, Hirose S, Yamakawa K 2001a. Nav1.1 mutations cause febrile seizures associated with afebrile partial seizures. Neurology, 57: 703–705.

Sugawara T, Tsurubuchi Y, Agarwala KL, Ito M, Fukuma G, Mazaki-Miyazaki E, Nagafuji H, Noda M, Imoto K, Wada K, Mitsudome A, Kaneko S, Montal M, Nagata K, Hirose S, Yamakawa K 2001b. A missense

mutation of the Na+ channel alpha II subunit gene Na(v)1.2 in a patient with febrile and afebrile seizures causes channel dysfunction. Proc Natl Acad Sci U S A, 98(11):6384-6389.

Sun H, Zhang Y, Liang J, Liu X, Ma X, Qin J, Qi Y, Wu X 2008. Seven novel SCN1A mutations in Chinese patients with severe myoclonic epilepsy of infancy. Epilepsia, 49: 1104–1107.

Suzuki T, Delgado-Escueta AV, Aguan K, Alonso ME, Shi J, Hara Y, Nishida M, Numata T, Medina MT, Takeuchi T, Morita R, Bai D, Ganesh S, Sugimoto Y, Inazawa J, Bailey JN, Ochoa A, Jara-Prado A, Rasmussen A, Ramos-Peek J, Cordova S, Rubio-Donnadieu F, Inoue Y, Osawa M, Kaneko S, Oguni H, Mori Y, Yamakawa K 2004. Mutations in EFHC1 cause juvenile myoclonic epilepsy. Nat Genet, 36(8):842-849.

Suzuki T, Miyamoto H, Nakahari T, Inoue I, Suemoto T, Jiang B, Hirota Y, Itohara S, Saido TC, Tsumoto T, Sawamoto K, Hensch TK, Delgado-Escueta AV, Yamakawa K 2009. EFHC1 deficiency causes spontaneous myoclonus and increased seizure susceptibility. Hum Molec Genet, 18: 1099-1109.

Tang B, Sander T, Craven KB, Hempelmann A, Escayg A 2008. Mutation analysis of the hyperpolarization-activated cyclic nucleotide-gated channels HCN1 and HCN2 in idiopathic generalized epilepsy Neurobiology of Disease, 29: 59–70.

Taviaux S, Williams ME, Harpold MM, Nargeot J, Lory P 1997. Assignment of human genes for beta-2 and beta-4 subunits of voltage-dependent Ca(2+) channels to chromosomes 10p12 and 2q22-q23**.** Hum. Genet, 100: 151-154.

Vacher H, Mohapatra DP and Trimmer JS 2008. Localization and Targeting of Voltage-Gated Ion Channels in Mammalian Central Neurons. Physiol Rev, 88(4): 1407–1447.

Vidaurre JA, Zamet KM, Roach ES 2009. Epilepsy: Channelopathies. In: Squire LR (Ed), Encylopedia of Neuroscience. London UK: Academic Press. 1151-1158.

Vitko I, Chen Y, Arias JM, Shen Y, Wu XR, Perez-Reyes E 2005. Functional characterization and neuronal modeling of the effects of childhood absence epilepsy variants of CACNA1H, a T-type calcium channel. J Neurosci, 25: 4844-4855.

Wallace RH, Marini C, Petrou S, Harkin LA, Bowser DN, Panchal RG, Williams DA, Sutherland GR, Mulley JC, Scheffer IE, Berkovic SF 2001b. Mutant GABA(A) receptor gamma-2-subunit in childhood absence epilepsy and febrile seizures. Nature Genet, 28: 49-52.

Wallace RH, Scheffer IE, Barnett S, Richards M, Dibbens L, Desai RR, Lerman-Sagie T, Lev D, Mazarib A, Brand N, Ben-Zeev B, Goikhman I, Singh R, Kremmidiotis G, Gardner A, Sutherland GR, George AL Jr, Mulley JC, Berkovic SF 2001. Neuronal sodium-channel a1-subunit mutations in generalized epilepsy with febrile seizures plus. Am J Hum Genet, 68: 859–865.

Wallace RH, Wang DW, Singh R, Scheffer IE, George AL, Jr Phillips HA, Saar K, Reis A, Johnson EW, Sutherland GR, Berkovic SF, Mulley JC 1998. Febrile seizures and generalized epilepsy associated with a mutation in the Na(+)-channel beta-1 subunit gene SCN1B. Nature Genet, 19: 366-370.

Wilcox AS, Warrington JA, Gardiner K, Berger R, Whiting P, Altherr MR, Wasmuth J J, Patterson D, Sikela JM 1992. Human chromosomal localization of genes encoding the gamma-1 and gamma-2 subunits of the gamma-aminobutyric acid receptor indicates members of this gene family are often clustered in the genome. Proc Nat Acad Sci, 89: 5857-5861.

Windpassinger C, Kroisel PM, Wagner K, Petek E 2002. The human gamma-aminobutyric acid A receptor delta (GABRD) gene: molecular characterisation and tissue-specific expression. Gene, 292: 25-31.

Yanaihara N, Kohno T, Takakura S, Takei K, Otsuka A, Sunaga N, Takahashi M, Yamazaki M, Tashiro H, Fukuzumi Y, Fujimori Y, Hagiwara K, Tanaka T, Yokota J 2001. Physical and transcriptional map of a 311-kb segment of chromosome 18q21, a candidate lung tumor suppressor locus. Genomics, 72: 169-179.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Usage Of Styrene Acrylate Copolymer And Polyethylene Glycol For Surface Sizing Of Paper

Ayşe Ebru AKIN[1]* (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9448-4186), Kadir ÇATAK[1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9530-7894), Sedat ONDARAL[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8388-1944), Doğan CANBOLAT[2] (https://orcid.org/0000-0002-1497-1962)

*[1]Ankutsan A.Ş. / R&D Center / Antalya Organize Sanayi Bölgesi, 2. Kısım, 22. Cd., Döşemealtı/ANTALYA
[2]Karadeniz Teknik Üniversitesi / Orman Fakültesi / Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü / Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Ana Bilim Dalı ondaral@ktu.edu.tr.

*Corresponding author e-mail: a.ebru.0714@gmail.com

Abstract

In this work, the surface of paper was coated with starch mixed with styrene acrylate copolymer and and polyethylene glycol (PEG) and effects were evaluated in terms of mechanical and physical properties of paper. In addition to this, the effects of PEG on starch coating formulas were characterized by FTIR spectroscopy. The results showed that water absorption values (Cobb 60) decreased to approximately at rate of 31% comparing with reference coating solution coated papers, which contained only styrene acrylate copolymer. With this newly formulated surface sizing application, tensile strength of papers increased about 15% compared with reference.

Keywords: starch, coating, surface sizing

INTRODUCTION

Cellulosic materials such as paper are generally hydrophilic and its fibers have a strong tendency to absorb water. Surface sizing is done to ensure hydrophobicity and reduce water absorption during paper production. Surface sizing is carried out with a special unit in the drying section of the paper machine. Here, the already formed and dried paper sheet is treated with a formulation of hydrophobizing agents and starch, in an application device often called a sizing press, which provides not only hydrophobicity but also surface strength due to the polymeric nature of starch and sizing agents. Sizing generally limits a surface region of the paper that acts as a protective layer that prevents water from entering the hydrophilic interior of the sheet (Bung et al., 2004).

The most commonly preferred sizing materials are resin, starch, chitosan, polyvinyl alcohol, carboxy methyl cellulose, and styrene acrylate emulsions (Özdemir et al., 2017). Latexes such as butadiene-styrene copolymer latexes and styrene acrylate copolymer latexes are widely used in the paper industry to coat paper surfaces. (Duan et al., 1999; Kopacic et al., 2018).

Starch is a biopolymer used in the manufacture of paper and cardboard. The preference of starch is due to its abundance, price, renewability, and suitability for contact with food. In the rapid development of the paper coating industry, starch, modified starch is widely used as adhesive or coating material for paper. However, it has many disadvantages such as poor fluidity, poor water resistance and brittleness of starch films (Zhang et al., 2019). Starch film is fragile due to large molecules and intermolecular interactions between starch chains (Laohakunjit et al., 2004). In surface sizing, starch is applied to the paper surface, where it bonds the fibers to the paper surface and forms a more or less continuous film on the paper surface. Generally oxidized starches are the main type of modified starch used for surface sizing as they show excellent resistance to retrogradation and good fiber binding ability but the oxidized starch solution tends to penetrate the paper structure and there is less starch film on the paper surface. To improve the spreading of starch as film, plasticizers or cationic polymers are used (Cushing, 1979). Such substances have the potential not only to affect the quality of a starch-based film, but they also may affect its hydrophobic nature after drying (Bildik Dal et al., 2021). In addition, paper fibers are negatively charged, so cationic polymers are used to improve surface properties (Seo et al.,

2006). Especially, cationic surface sizing polymers such as cationic styrene acrylate copolymers are used for this purpose (Cushing, 1979 and Lee et al., 2002).

To overcome the fragility of the starch film, it is necessary to add plasticizer. The addition of plasticizers can change the brittleness and improve the flexibility and extensibility of the starch film. An ideal plasticizer should reduce the intermolecular strength and recrystallization of starch, increase the mobility of starch chains, reduce moisture absorption, and be compatible with starch (Laohakunjit et al., 2004). Plasticizers are usually small molecules such as polyol-like sorbitol, polyethylene glycol, interspersed and intervening between polymer chains, breaking the hydrogen bond and increasing flexibility by separating the chains from each other (Gontard et al., 1993).

Polyethylene glycol is often used in renewable biofilm production to reduce the brittleness of the starch film (Kim et al., 2000). The plasticizer property of PEG varies depending on its molecular weight, and as the molecular weight increases, its plasticizing effect decreases (Roz et al., 2006). PEG200 was used as a plasticizer in the study and its effects were investigated by using it together with styrene acrylate copolymer in the surface sizing process. The reason for the usage of polyaluminium chloride hydroxide (PAC) is its synergetic effect with polystyrene acrylate copolymer. Cationic styrene acrylate emulsion products are popular, often used with alum or polyaluminium chloride (Anderson 1997).

In the literature researches, the use of PEG with starch is generally aimed at obtaining a thermoplastic starch film or modify starch (Bourtoom et al., 2008; İbrahim et al., 2019). No studies were found on the use of polyethylene glycol together with cationic styrene acrylate copolymer in surface sizing.

MATERIALS AND METHODS

Materials

In the study, the oxidized corn starch was obtained from TAT Nişasta company with the trade name of Levosize 250.The hydrophobic polymer with the trade name Perglutin (PERG), which is a styrene acrylate copolymer, was purchased from Kurita. Polyaluminium chloride hydroxide (PAC) and polyethylene glycol 200 (PEG) were purchased from Akkim and Ataman chemical companies, respectively. Base papers used for surface treatment were fluting paper procured from Ankutsan Company and %100 recycled papers without any surface treatment.

Methods

Surface Sizing

Oxidized starch weigh was prepared in a beaker at 9.5 % (w/w) concentration. Then, heating and mixing processes were performed. Heating process was continued to reach 85 °C and at this temperature, mixing process continued for 5 minutes. When gelatinization was observed, the solution was cooled to 70 °C and then styrene acrylate copolymer, polyaluminium chloride hydroxide, and PEG 200 were added at different rates. The prepared mixture was applied on the pre-heated paper at 105 °C by coating roller. Base papers were preheated to have good impregnation of coating solution through the paper surfaces. After surface coating, papers were dried at 105 °C for 15 minutes. The mixture formulas and constituents were shown in Table 1. The coat weight (grammage increasement) of the coated paper was determined gravimetrically as the weight difference between coated and uncoated papers of the same area after conditioning at 23 °C and 50% RH for at least 24 h. Measurements were made in triplicate.

Table.1. Constituents of Coatings Formules

Coating Formule Codes	Constituents of Coating Formules
F0	Base paper
F1	0.9% PERG + 1.3% PAC
F2	0.9% PERG + 1.3% PAC + 0.9% PEG
F3	0.9% PERG + 1.3% PAC + 1.7% PEG

Paper Tests

Base paper and paper samples sized with the above-described coating formulations were conditioned for 48h at 23 ± 1 °C and 50% ± 3% RH. All measurements were performed according to the standardized methods listed in Table 2.

Table 2. Property and Methods Used for Characterization of Raw Paper and Sized Paper

Property	Standard
Grammage	EN ISO 536
Cobb 60	EN ISO 535
Tensile strength	EN ISO 1924-2
RCT (Ring Crush Test)	EN ISO 12192

FT-IR (Fourier Transform Infrared) Analysis

FT-IR spectrums of coating formules and papers sized were studied with Bruker alpha II FT-IR spectrophotometer with the ATR-IR. The spectrum was obtained in the range of 4000 to 400 cm^{-1} wavelength, at a resolution of 4 cm^{-1}.

RESULTS and DISCUSSION

Mechanical and Physical Tests Results

To evaluate the effect of coatings on the paper, RCT, Tensile strengths and water resistance tests were carried out according to related standards. Test results were the average values of three coated paper samples. Test results and the amount of coatings applied on the surface can be seen at below Table 3.

Table 3. Mechanical and physical test results and grammage differences

Coating Formula Codes	Physical and Mechanical Tests			Grammage increment of Paper Samples (g/m^2)
	$Cobb_{60}$ (g/m^2)	RCT (kN/m)	Dry Tensile Strength (k.Nm/kg)	
F0	135	1.19	31.82	0
F1	65	1.20	37.64	10.80
F2	45	1.23	41.48	9.31
F3	50	1.26	43.31	9.08

It is shown as in the Table 3 that adding with the PEG on to the reference coating formulation (F1) affected the water resistance (COBB) of flute papers on the positive way. Just by using oxidized starch and styrene acrylate copolymer as Formule 1 decreased the Cobb 60 values as approximately 52% comparing with the base paper. This situation is caused by the hydrophobicity of PERG and oxidized starch film forming properties on the base paper. COBB results were determined decreasing to 30.8% and 23.1%, respectively, with increasing concentration of PEG comparing with the reference Formule 1 (Figure 1). In the similar way Park and co-workers detected the increasing concentration of PEG in protein based films decreased the water vapor permeability (Park et al., 1994). Saputri et al. detected the application of PEG-400 and starch mixture on the paper surfaces decreased the water vapor transmission rate comparing with the base paper but when PEG compared with the just starch film, increasing in the water vapor transmission rate have been observed with 6.7% (Saputri et al., 2017).

Tarique et al. detected that the starch films plasticized absorbs less water (Tarique et al., 2021) and Sanyang et al reported that the water absorption of plasticized films decreased with increasing plasticizer concentration (Sanyang et al., 2016). This effect have been explained by the fact that glycerol formed a stronger hydrogen bond with arrowroot starch, preventing the water molecule from combining with the plasticizer or starch (Tarique et al., 2021).

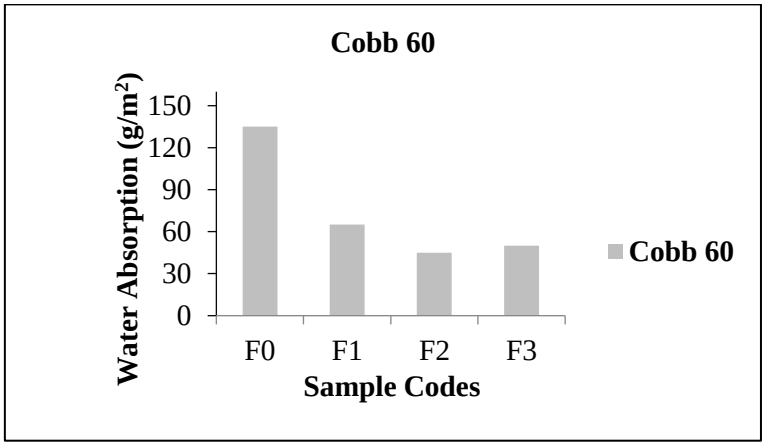


Figure 1. The change of water absorption properties of base and coated papers

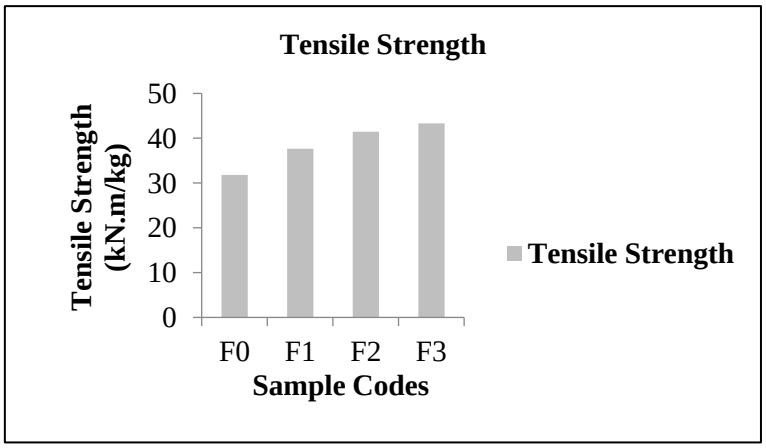


Figure 2. The change of tensile strength of base and coated papers

Tensile strength of the base and coated papers were examined, adding PEG in to the formula 1 system increased the tensile strength at rates 10.2% and %15.1, for F2 and F3, respectively (Figure 2). In the literature increasing the concentration of the plasticizer from 20% to 60% decreased the tensile strength of starch films (Bourtoom et al., 2008). In this work usage of plasticizers with low percentage have been affected the tensile strength in positive way. It can be caused from the usage of hydrophobic styrene acrylate copolymer have dominant effect

on the paper strength and plasticizers that provides good spreading of starch film with the cationic styrene acrylate copolymers (Cushing, 1979).

When the RCT (Ring Crush Test) was examined, it is clearly seen that adding the PEG in to the F1 mixture increased the RCT values of the papers increased as 2.5% and 5% for F2 and F3, respectively (Figure 3). In the research of Rhim et al., There was no significant difference in ring crush force between control groups and biopolymer-coated groups after coating (Rhim et al, 2006). This difference can be caused by the paper quality and grammage comparing with in this study.

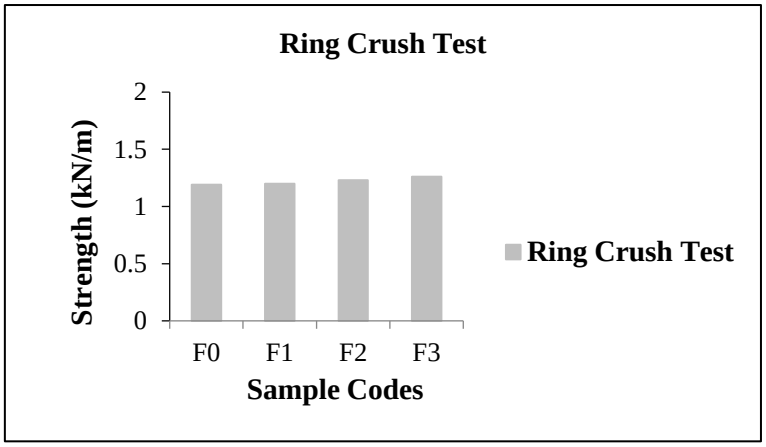


Figure 3. The change of crush strength of base and coated papers

FT-IR Analysis

FT-IR Analysis of paper surfaces

In the present work, three surface sizing formulations were applied to base paper sheets, and their penetration was evaluated by FT-IR-ATR analysis of the top surface layer. F1 coating formula was chosen as reference coating formula. And effects of polyethylene glycol on the reference coating formula have been investigated. FT-IR spectrums of base and coated papers were investigated in 600-1800 cm^{-1} wavenumber. As seen in the figure 4, FTIR spectra curves were similar because the elemental composition of the starch films occurred on the surface of base paper was dominating other materials. The strong bands arising from the antisymmetric bridge stretching of C-O-C groups at 1156 cm^{-1} and C-O stretching in cellulose/hemicellulose molecules at 1101 and 1020 cm^{-1} are observed (Ferreira et al., 2009). However in the study of the Bhardwaj et al, The peaks found at 1150 cm^{-1}, 1080 cm^{-1} and 1010 cm^{-1} represent the stretching mode of C-O-C linkages of the starch and small shoulder peak at 1734 cm^{-1} refers to carboxyl carbonyl groups of oxidized starch (Bhardwaj et al, 2019).This peak is not existed in the spectrum of base paper by proofing the starch film occurrence on the top surface of paper.

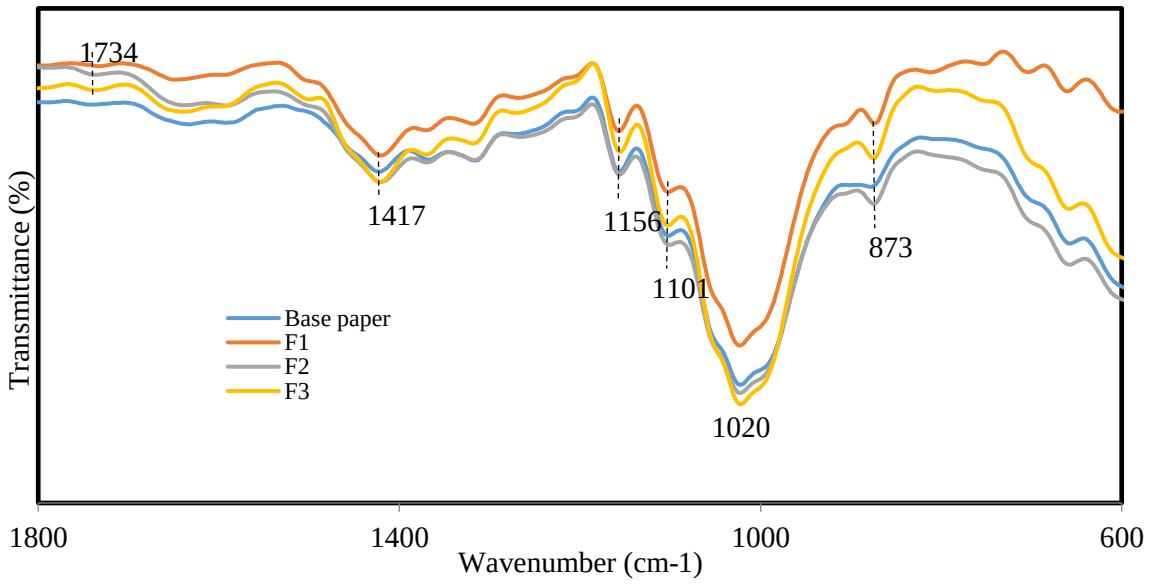


Figure 4. FT-IR spectra of the paper surface without sizing (base paper) and FT-IR spectra of corresponding formulations used in paper sizing

FT-IR Analysis of starch films

Three coating formulations has been prepared with using oxidized starch. The effect of PEG on the reference coating formula has been investigated by means of FT-IR and spectrums are shown in the Figure 5.

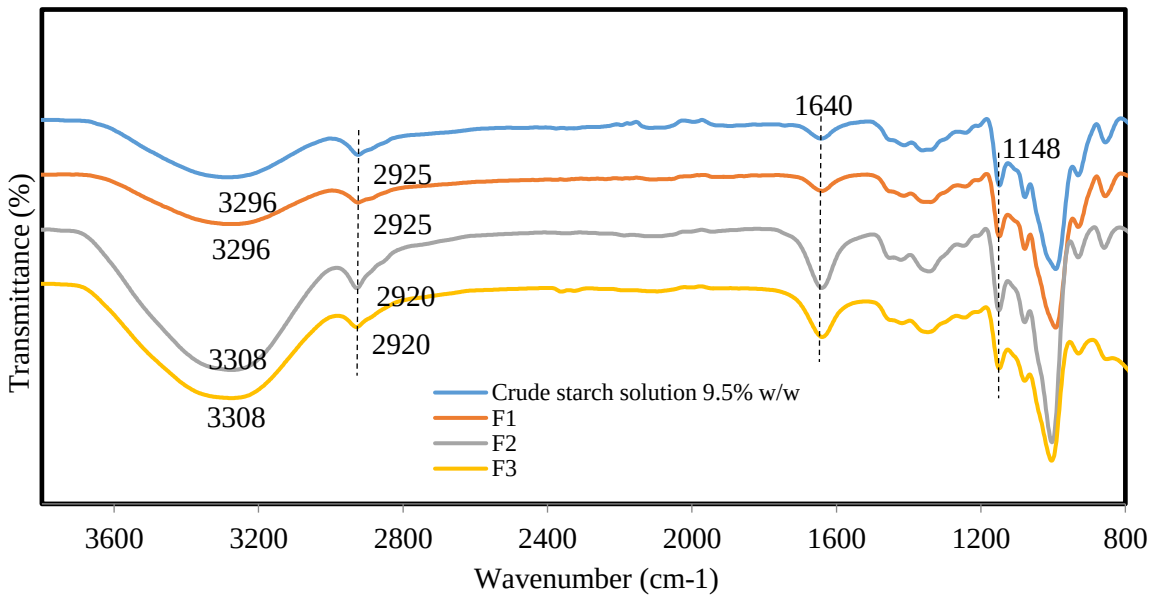


Figure 5. FT-IR spectra of the starch solution and sizing formulations

The FT-IR spectrum of crude starch solution and starch solution containing PEG and styrene acrylate copolymer (PERGLUTİN) were very similar. Addition of PEG in the reference coating solution (F1) changed the increase of –OH band intensities with higher wavenumber. The incorporation of PEG200 into reference coating shifted the band position of O-H from 3296 cm^{-1} in to 3308 cm^{-1} indicating there is interaction between starch and PEG. The peak at 2925 cm^{-1} refers to the –C-H stretching of methylene and shift to lower wavenumber 2920 cm^{-1} containing PEG can be deduced to interaction between starch and PEG molecules

(Saputri et al., 2017). Peak observed at 1640 cm^{-1} was originated from the bending vibration of H_2O absorbed in the starch molecule (Bhardwaj et al., 2019). The peak at 1148 cm^{-1} assigned to C-O-C stretching of starch films (Kim et al., 2000).

CONCLUSION

PEG addition in to the starch based coating formulation that containing styrene acrylate copolymer emulsion changed the water absorption values of base paper. This effect explained by the plasticizer formed stronger hydrogen bond with starch, preventing the water molecule from interact with the plasticizer or starch. In addition to hydrophobic copolymers, many size pres formulations have been prepared with additives that might be called plasticizers. Such substances have the potential not only to affect the quality of a starch-based film, but they also may affect its hydrophobic nature after drying. In this study ıt can be deduced the PEG have synergetic effect on the increased the hydrophobicity of starch films with styrene acrylate copolymer. In addition, PEG addition in to reference coating solution increased the tensile strength and ring crush strength of papers.

REFERENCES

Anderson J, 1997. Surface Application of Paper Chemicals 339: 138–155.

Bildik Dal A E, Martin A, 2021. Hydrophobic copolymers added with starch at the size press of a paper machine: a review of findings and likely mechanisms. Bioresources 16(1): 2138-2180.

Bung J, 2004. Surface sizing agents. IPPTA, 16(3): 29-43.

Bhardwaj S, Bhardwaj N K, 2019. Mixing of oxidized starch and polyvinyl alcohol for surface sizing of paper. Nordic Pulp & Paper Research Journal, 34(3): 343–353.

Bourtoom T, 2008. Plasticizer effect on the properties of biodegradable blend film from rice starch-chitosan. Songklanakarin J. Sci. Technol, 30 (1): 149-165.

Cushing, M L, 1979. Surface sizing. Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology, Wiley-Interscience, New York, Vol. 3, 1667-1714.

Da Roz A L, Carvalho A J F, Gandini A, Curvelo A A S, 2006. The effect of plasticizers on thermoplastic starch compositions obtained by melt processing. Carbohydrate Polymers 63(3): 417–424.

Duan H, Zhao C, Wu Y, Zhang Q, Wang S. 1999. Performance in paper coating of styrene/acrylate copolymer latex. Polymers for Advanced Technologıes, 10: 78-81.

Ferreira P J, Gamelas J A, Moutinho I M, Ferreira A G, Gomez N, Molleda C, Figueiredo M M, 2009. Application of FT-IR-ATR spectroscopy to evaluate the penetration of surface sizing agents into the paper structure. Ind. Eng. Chem. Res., 48: 3867–3872.

Gontard N, Guilbert S, Cuq J L, 1993. Water and glycerol as plasticizers affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. Journal of Food Scıence, 58(1): 206-211.

Kopacic S, Ortner A, Guebitz G, Kraschitzer T, Leitner J, Bauer W, 2018. Technical lignins and their utilization in the surface sizing of paperboard. Ind. Eng. Chem. Res, 57(18): 6284–6291.

Kim C H, Choi E J, Park J K, 2000. Effect of peg molecular weight on the tensile toughness of starch/pcl/peg blends. Journal of Applied Polymer Science, 77: 2049–2056.

Laohakunjit N, Noomhorm A, 2004. Effect of plasticizers on mechanical and barrier properties of rice starch film. Starch/Stärke, 56: 348–356.

Lee H L, Shin J Y, Koh C, Ryu H, Lee D, Sohn C, 2002. Surface sizing with cationic starch: Its effect on paper quality and papermaking process. Tappi J, 1(1): 34–40.

Özdemir M, Özdemir Alp M, Aytaç A, Deniz V, 2017. Acta Physıca Polonıca A, 132: 1098-1101.

Park H J, Bunn J M, Weller C L, Vergano P J, Testin R F, 1994. Water vapor permeability and mechanical properties of grain protein-based films as affected by mixtures of polyethylene glycol and glycerin plasticizers. American Society of Agricultural Engineers, 37(4): 1281-1285.

Saputri D G, Khairuddin, Nurhayati D N, Pham T, 2017. Optimization properties of environmentally friendly paper coating based starch-polyethylene glycol (peg) mixture. International Conference on Science and Applied Science, 909, 012029.

Sanyang M L, Sapuan S M, Jawaid M, Ishak M R, Sahari J, 2016. Effect of plasticizer type and concentration on physical properties of biodegradable films based on sugar palm (arenga pinnata) starch for food packaging. J Food Sci Technol, 53(1): 326–336.

Seo M S, Lee H L, Youn H J, 2006. Use of cationic PAM as a surface sizing additive to improve paper properties. Korea Technical Association of the Pulp and Paper Industry, 245-250.

Tarique J, Sapuan S M, Khalina A, 2021. Effect of glycerol plasticizer loading on the physical, mechanical, thermal, and barrier properties of arrowroot (Marantaarundinacea) starch biopolymers. Scientific Reports, 11: 13900.

Zhang K, Su T, Cheng F, Lin Y, Zhou M, Zhu P, Li R, Wu D, 2019. Effect of sodium citrate /polyethylene glycol on plasticization and retrogradation of maize starch. International Journal of Biological Macromolecules, 154: 1471-1477.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Şırnak İli Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi

Osman Baysal [*1] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0688-6207), Suha Orçun Mert[2] (ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7721-1629)

[1*]İskenderun Teknik Üniversite, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Enerji Sistemleri Bölümü, İskenderun, Hatay, Türkiye
[2*] İskenderun Teknik Üniversitesi, Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü, İskenderun, Hatay, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: osmanbaysal628@outlook.com

Özet

Dünyadaki nüfus artış hızı ve teknolojinin gelişimi her geçen gün enerji ihtiyacını artırmaktadır. Artan sanayi, kentleşme, nüfus ve tüketim azalan kaynaklar ile birlikte insanoğlunu günden güne alternatif enerji arayışları içine sokmuştur. Artan enerji ihtiyacına paralel olarak fosil kaynakların azalmasının yanında çevreye olan etkiler de farklı enerji alternatiflerinin önemini ortaya koymuştur. Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan biyogaz enerjisinin gelişime açık bir enerji çeşidi olduğunu, biyogaz enerjisinin potansiyeli ve kullanım olanaklarını Şırnak'ın tarihsel sürecinden de bahsederek avantajları ve dezavantajlarından, birçok şirketinin ilgisini çeken enerji potansiyeline kadar kapsamlı bir şekilde ele alınacaktır. Fiziksel ve coğrafi şartları baz alındığında hayvancılığa ve tarıma uygun olması göz önüne alınarak Şırnak biyogaz açısından önemlidir. Kentin biyogaz potansiyeli bir yıllık atık su arıtma tesisi, kanalizasyon atıkları, katı atık bertaraf alanları, vahşi atık bertaraf alanları, büyükbaş - küçükbaş - kümes hayvanları, yağlı tohum - yeşil yapraklı bitkiler - yumru bitkisel - şekerli bitkilerin yıllık atıklarından elde edilebilecek gaz miktarının hesaplanması ve değerlendirilmesi ile ortaya çıkartılacaktır. Sonuç olarak artan nüfus, şehrin sosyal yapısındaki değişimler ve şehri enerji açısından bir miktar daha bağımsız kılacak olan biyogazın potansiyelinin Şırnak açısından ortaya çıkartılması hem ekonomik hem de gelecek nesiller için önemlidir. Bu sonuçlar dahilinde Şırnak için yaklaşık olarak 1.234.110 GJ biyogaz potansiyeli olduğu hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyogaz, Yenilenebilir Enerji, Şırnak, Sürdürülebilirlik

Determination of Biogas Potential of Şırnak Province

Abstract

The rate of population growth in the world and the development of technology increase the need for energy day by day. Increasing industry, urbanization, population and consumption have led human beings to seek alternative energy day by day, along with decreasing resources. In addition to the decrease in fossil resources in parallel with the increasing energy need, the effects on the environment have also revealed the importance of different energy alternatives. In this study, biogas energy, which is among the renewable energy sources, is a type of energy that is open to development, the potential and usage possibilities of biogas energy will be discussed in a comprehensive way, from the advantages and disadvantages to the energy potential that attracts the attention of many companies, by also mentioning the historical process of Şırnak. Considering its physical and geographical conditions, it is suitable for animal husbandry and agriculture, and Şırnak is important in terms of biogas. Calculating the amount of gas that can be obtained from the annual waste water treatment plant, sewage wastes, solid waste disposal areas, wild waste disposal areas, cattle - ovine - poultry, oilseed - green leafy plants - tuber plant - sugary plants of the city's biogas potential, and will be revealed by the evaluation. As a result, the increasing population, changes in the social structure of the city, and revealing the potential of biogas, which will make the city more independent in terms of energy, are important both for the economy and for future generations. Within these results, it has been calculated that there is approximately 1.234.110 GJ biogas potential for Şırnak.

Keywords: Biogas, Renewable Energy, Şirnak City, Sustainability

GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızlı artışı ve aynı zamanda gerçekleşen sanayi gelişimi enerjiye olan ihtiyacı arttırmakla birlikte, enerji arz-talep dengesinin birbirini karşılayamaması enerji fiyatını her geçen gün arttırmaktadır. Buda her geçen gün enerjiye olan ihtiyacın yükselmesi anlamına gelmektedir. Sosyo-ekonomik yapı değiştikçe bununla birlikte üretim ve tüketim çeşitliliği artmış, alışkanlıklarımızda her geçen gün değişmiştir. Enerji sürekli form değiştirip dönüşüm yaşaması sonucu günümüz değişiyle modern toplumlar şekillenip iş yapabilme gücünde de artış yaşanmıştır. Enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için fosil yakıtların çok hızlı tüketilmesiyle birlikte sera gazı, çevresel etkilerin azaltılması ve fosil yakıtların yakın gelecekte tarihin tozlu raflarında yer alacağı öngörüldüğünden alternatif yeni enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmuştur (Kalpuhan, 2014) (Gültekin, 2021) (Yağlı & Koç, 2019).

Organik içerikli çeşitli atıkların anaerobik mikroorganizmalar sayesinde oluşturduğu yoğun olarak metan gazı içeren bir gaz karışımıdır (Saamer , ve diğerleri, 2021). Biyogazın içeriği metan doğalgaz için ciddi öneme sahiptir (Yılmaz , Ünvar, Koca , & Koçer, 2018). Biyogazın içeriğindeki ana bileşenler oranlarıyla birlikte aşağıdaki tabloda görüntülenmektedir (Sethi, 2018).

Tablo1 1 Biyogazın ana bileşenleri (Sethi, 2018)

Biyogaz Bileşeni	Ağırlık Yüzdesi
Metan	% 50-75
Karbondioksit	% 25-50
Nitrojen	% 0-10
Hidrojen Sülfür	% 0-3
Hidrojen	% 0-1
Oksijen	% 0.5
Su	% 5-6

Tablo1 2 Biyogazın Genel Özellikleri (Kızmaz, 2019)

Özellikler	Değerler
Koku	Çürük Yumurta
Yakıt Eşdeğeri	0,60-0,65 L petrol/m biyogaz
Yanma Değerleri	% 6 - 12 havadaki miktarı
Yanma Sıcaklığı	650-750 G
Enerji İçeriği	6,0-6,5 kWh/m
Molar Kütle	16.043 kg/kmol
Yoğunluk	1.2 kg/m
Kritik Sıcaklık	-82,5
Kritik Basınç	75-89 Bar

Biyogaz üretiminin avantajlarını şöyle sıralayabiliriz:

-Bertarafına ihtiyaç olan atıklardan yenilenebilir enerji üretimi yapıldığı için çevreyi korur.

-Kendi sınıfına göre düşük emisyon sağlar.

-Yaşam döngüsü var olduğu sürece devam edeceğinden dolayı yenilenebilir ve tükenmeyen bir enerjidir (Fredriksson, 2006).

-Kentsel ortamlarda katı atıkların düzenli depolama sahalarının doğru işletilmesi için iyi bir alternatiftir.

-Atıkları anaerobik sindirim sağlayıp kalori değeri yüksek yakıt üretimi sağlanması bununla birlikte üretilen gazdan akalan atığında kaliteli gübre olarak tekrar doğaya kazandırılabilmesi (Wang, Di, & Hu, 2007).

Gelişmekte olan ülkelerin hem maliyet tasarrufu hem de ekolojik sanitasyonu gelişimi için iyi bir yöntemdir

-Biyogaz üretiminin dezavantajları da şu şekildedir:

-Çürütme ve ayrıştırma sürecinin hızlandırılmaya ihtiyacı vardır.
-Ham biyogaz içerisindeki nem, karbondioksit, kükürt ve diğer aşındırıcılardan arındırılması kullanılan ekipmanların kullanım süresini ve güvenilirliğini kısalttığı için bunun üzerinde çalışılması gerekir (Neves, Converti, & Penna , 2009).
-Unutulmamalıdır ki biyogazın sera etkisi üzerindeki etkisi büyüktür, biyogaz üretildikten sonra atmosfer ile herhangi bir temastan olmamalı ve depolanmasının yapılması gerekmektedir (Fredriksson, 2006).
-Aslında kırsal alanlar için çok avantajlı görünse de ilk yatırım maliyeti bir an önce üzerinden çalışılması gereken bir dezavantajdır (Fredriksson, 2006) (Neves, Converti, & Penna , 2009) ..

MATERYAL VE METOD

Şırnak, Doğu Anadolu ile Güneydoğu Anadolu arasındaki geçiş bölgesinde olup şehrin nüfus yoğunluklu kısmı Güneydoğu Anadolu Bölgesindeyken, Şırnak il olarak Doğu Anadolu Bölgesindedir. Doğuda Hakkâri, batıda Mardin, kuzeyde Siirt ve Van illeri güneyde ise Suriye ve Irak'a komşudur. 1350 m deniz seviyesinden yüksekte olup, yüzölçümü de 6904 km^2'dir. Yaklaşık nüfusu 546.000 olan şehrin Ankara'ya 1200 km, İstanbul'a 1636 km ve İzmir' 1609 km uzaklıktadır (Şırnak Valiliği, 2022).

Tablo2.1. Yıllara Göre Şırnak Nüfusu

Yıl	Şırnak Nüfusu	Erkek Nüfus	Kadın Nüfus
2021	546.589	283.527	263.062
2020	537.762	279.486	258.276
2019	529.615	277.728	251.887
2018	524.190	277.585	246.605
2017	503.236	263.831	239.405
2016	483.788	251.392	232.396
2015	490.184	256.529	233.655
2014	488.966	255.228	233.738
2013	475.255	246.547	228.708
2012	466.982	244.221	222.761
2011	457.997	240.487	217.510
2010	430.109	219.187	210.922
2009	430.424	225.115	205.309
2008	429.287	226.261	203.026
2007	416.001	217.068	198.933

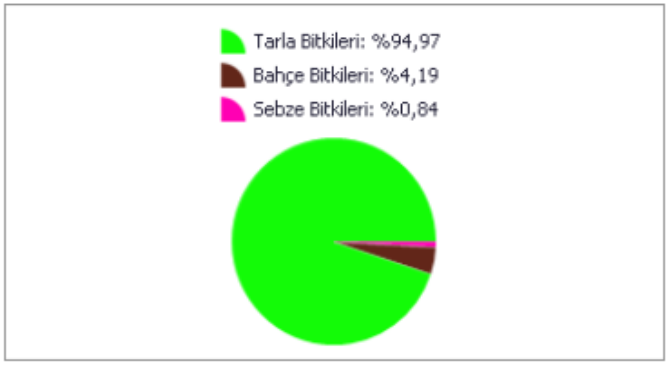
Şırnak İl'i Yıl Bazlı Atık Miktarı	
2001	63.725 Ton
2002	71.821 Ton
2003	88.544 Ton
2004	90.709 Ton
2006	66685 Ton
2008	109.923 Ton
2010	118.936 Ton
2012	131.621 Ton
2014	139.255 Ton
2016	183.133 Ton
2018	207.238 Ton
2020	211.676 Ton

Tablo 2 2 Şırnak İl'i Yıl Bazlı Atık Miktarı

İl/İlçe Belediye Adı	Hangi Atıklar Toplanıyor			Transfer İstasyonu Varsa Sayısı	Atık Yönetimi Hizmetlerini Kim Yönetiyor			Mevcut Bertaraf Yöntemi ve Tesis Kapasitesi/Birim				
	Evsel	Tıbbi	Diğer		Toplama	Taşıma	Bertaraf	Düzensiz Depolama	Düzenli Depolama	Kompost	Yakma	Diğer
Merkez	•	-	•	-	•	-	-	-	-	-	•	Vahşi
Beytüşşebap	•	-	•	-	•	-	-	-	-	-	•	Vahşi
Cizre	•	-	•	-	•	-	-	-	-	-	•	Vahşi
Güçlükonak	•	-	•	-	•	-	-	-	-	-	•	Vahşi
İdil	•	-	•	-	•	-	-	-	-	-	•	Vahşi
Silopi	•	-	•	-	•	-	-	-	-	-	•	Vahşi
Uludere	•	-	•	-	•	-	-	-	-	-	•	Vahşi

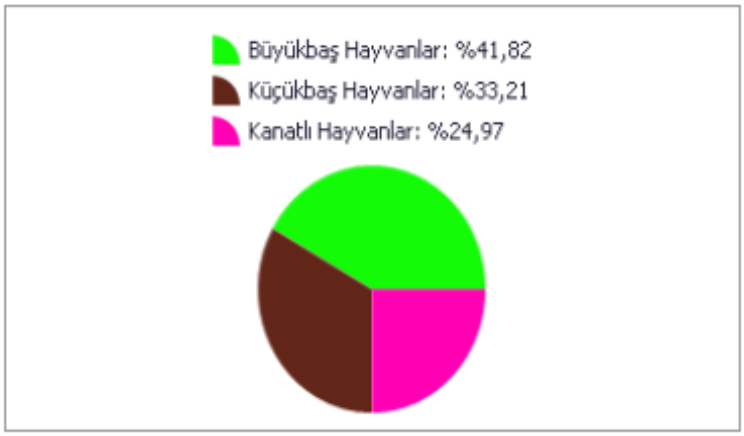
Tablo 2 3 Şırnak Belediyeler Bazında Bertaraf Yönetimi

ŞIRNAK Bitkisel Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl) Analizi



Bitkisel Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)	**134.148,67**
Tarla Bitkileri	127.400,09
Bahçe Bitkileri	5.626,05
Sebze Bitkileri	1.122,52

ŞIRNAK Hayvansal Atıkların Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl) Analizi



Hayvansal Atıkların Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)	**6.868,32**
Büyükbaş Hayvanlar	2.872,66
Küçükbaş Hayvanlar	2.280,88
Kanatlı Hayvanlar	1.714,78

Şekil 2 5 Şırnak İl'i Hayvansal Atık Eşdeğer Enerji

Tablo 2 4 Şırnak Bitkisel Kaynaklı Enerji Analizi

Atıksu Arıtma Tesisi Sayısı	Ölçüm Bazında	Şırnak	
		2018	1
		2022	1

Tablo 2 5 Şırnak Atıksu Artıma Tesisi Verileri

Şırnak geneli biyogaz potansiyelinin hesaplanabilmesi için kabul edilmiş bazı bilgilere ve sabitlere ihtiyacımız vardır. Bu çalışma dahilinde potansiyelin belirlenebilmesi için Şırnak genelinde evsel atık miktarı, bitkisel üretim miktarı, hayvansal üretim miktarı, kentsel atıksu artıma çamuru miktarı bu hesaplamalara dahil edilmelidir.

Ham Maddeler	**KM %**	**Organik Kuru Madde OKM %**	**Biyogaz Verimi m3/ton**	**Metan CH4 %**
Evsel Atık	87.7	97.1	650.6	52.8

Tablo 2 6 Evsel Atıkların Biyogaz Verim Çizelgesi

Ham Maddeler	**KM %**	**Organik Kuru Madde OKM %**	**Biyogaz Verimi m3/ton**	**Metan CH4 %**
Bitkisel Atık Ürünler	15	76	57	56

Tablo 2 7 Bitkisel Ürünlerin Biyogaz Verim Çizelgesi

Ham Maddeler	**KM %**	**Organik Kuru Madde OKM %**	**Biyogaz Verimi m3/ton**	**Metan CH4 %**
Büyükbaş Hayvan Dışkısı	14,8	77,5	250	65
Küçükbaş Hayvan Dışkısı	28	80	400	60
Kümes Hayvanları Dışkısı	30	80	200	65

Tablo 2 8 Hayvansal Atıkların Biyogaz Verim Çizelgesi

TARTIŞMA

Şırnak İl'i Evsel Atıklardan Biyogaz Üretim Potansiyeli**:**

Detaylı olarak bahsettiğimiz Şırnak evsel katı atık verilerini inceleyip bu veriler ışığında Şırnak İl'i evsel katı atık biyogaz potansiyelini hesaplayabiliriz. Şırnak İl'inde 2020 yılında 211.676 ton atığın oluştuğu ve yapılan karakterizasyon sonucuna göre bu atıkların ancak %45'i biyometanizasyon için uygundur. Bu da yaklaşık olarak 95.254 ton etmektedir. Bu atıkların büyük bir çoğunluğunu mutfak atıkları oluşturmaktadır.

95. 254 * 0,87 = 82.870 ton KM
82.870 * 0,971 = 80.466 ton OKM
80.466 * 650,5 * 0,528 = 27.637.174 m^3 CH^4

$$\frac{27637174 * 0{,}72 * 50000}{1000000}$$

= 994.938 GJ

Şırnak İl'i Bitkisel Ürün Atık Biyogaz Potansiyelinin Hesaplanması
Aynı formül kullanılarak hesaplama yaptığımızda 5102 GJ sonucuna ulaşılır.

Şırnak İl'i Hayvansal Atık Biyogaz Potansiyeli
Aynı formül kullanılarak hesaplama yaptığımızda 300123 GJ sonucuna ulaşılır.

Şırnak Atıksu Artıma Tesisi Biyogaz Potansiyeli
Şırnak İl'i için ilk atıksu artıma tesisinin temeli 2018 yılında atılmış olup 2022 mayıs olan teslim tarihinde henüz kullanıma başlamadığı için Şırnak'ta ki tek atıksu artıma tesisinden herhangi bir atıksu artıma çamuru eldesi edilmemekte ve hesabı yapılamamaktadır.
Yenilenebilir enerji kaynakları her geçen gün daha fazla ihtiyacımızın olduğunu hissettiğimiz alternatif enerji kaynaklarındandır. Günlük yaşam kriterlerine bağlı olarak insanoğlu hatta yaşam var oldukça biyokütle hiçbir zaman bitmeyecek bir enerji kaynağıdır. Elbette ki elde edilen biyokütlelerin tamamını yakma vb… diğer yöntemlerle elektrik enerjisine dönüştürsek de biyogaz eldesi büyük bir oran içerisindedir. Organik veya diğer atıkların kendi aralarında ayrıştırılıp hem sıfır atık konusunda bilinçlendirilmiş bir toplum hem de bu ayrıştırma sonucunda kalan atıkların çevremize aslında kendimize daha az zararla ekonomik olarak faydalanabileceğimiz bir şekilde kullanabileceğimiz yöntemlerden biridir biyogaz eldesidir.

Çalışmamızda Şırnak ilindeki atıkların belirlenmesi ve biyogaz potansiyelinin hesaplamasını yaptık. Şırnak gerek iklimi gerek yeryüzü şekilleriyle tarım ve hayvancılık için uygun bir şehirdir. Şehrin toplam yüzölçümünün % 21' i tarım arazisinden oluşmaktadır. Şehrin örtü altı tarım arazisi yaklaşık ‰ 3 oranındadır. Şırnak genelinde bitkisel biyogaz potansiyeli 5102 GJ'dir.

Hayvancılık faaliyetlerinin de yoğun olarak yapıldığı Şırnak'ta, il geneli büyükbaş sayısı 83159 adet, kümes hayvanları 143.387 adettir. Biyogaz üretimi için en uygun verimin hayvansal atıklardan elde edildiği bilinmektedir. Diğer hayvan adetlerine oranla en az nüfus büyükbaşlarda olsa da en fazla biyogaz verimi büyükbaş hayvanlardan elde edilir. Böyle bir ters orantı da adeti en fazla olsa da kümes hayvanlarından da en az biyogaz verimi elde edildiği söylenebilir. Şırnak genelinde 1297647 adet olarak çok yoğun miktarda küçükbaş hayvancılık yapılsa da yayla hayvancılığı yapıldığı için küçükbaş hayvan atıklarının hesaplamada hiçbir etkisi olmamaktadır. Mandıracılık ve besi hayvancılığının genellikle yapılmamaktadır. Şırnak genelinde hayvansal atık kaynaklı biyogaz potansiyeli
Şırnak genelinde evsel atıklardan biyogaz potansiyelini hesaplamak istesek de ne yazık ki şimdilik teoriden öteye gidemeyeceğimizi bile bile bu durumu gerçekleştirmiş olduk, Şırnak genelindeki yaklaşık 20 belediyeden tümünde vahşi atık depolama sahası mevcuttur. Bununla beraber yaklaşık olarak 994.938 GJ enerji elde etmek mümkündür.

Şehirde yalnızca atıksu artıma tesisi bulunmakta ve bununda henüz tamamlanamamasından dolayı atıksu artıma çamurundan biyogaz potansiyeli ile ilgili herhangi bir sonuca ulaşamamaktayız. Bu durumun yaklaşık 500.000 nüfuslu bir kentte yaşanması tabi ki durumun vahametini ve getireceği çevresel sorunlarla beraber ekonomik olarak büyük kayıpları da unutmamak gerekir.
Şırnak genelinde toplam biyogaz potansiyeli 1.234.110 GJ'dür. Benzer bir çalışmada Muğla İl'i Biyogaz Potansiyelini 5.598.874 GJ olarak hesaplanmıştır. Bu potansiyelin Şırnak şehri için hesaplanan potansiyelin yaklaşık 5 katı olduğu gözden kaçmamaktadır. Bu farkın ana sebeplerinden biri nüfus atık arıtma tesisi oranına göre Şırnak'ta sadece 1 tane atıksu artıma tesisinin olması küçükbaş hayvancılık konusunda hayvan adedi oranı olarak yüksek bir değere sahip olsa da besi hayvancılığının yapılmaması ve sadece yayla hayvancılığının yapılmasını ilk akla gelen durumlardır.

TEŞEKKÜR
Çalışmalarım esnasında bana desteğini esirgemeyen Dr. Muhammed Hasan Toper'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR
Kalpuhan, E. (2014). Enerji Coğrafyaso Açısından Bir İnceleme, Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu. *Enerji Coğrafyaso Açısından Bir İnceleme, Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durum* (s. 97-125). içinde İstanbul: Marmara Coğrafya Dergisi.

Gültekin, U. (2021). *Balıkesir Büyülkşehir Belediyesi Evsel Atıklarının Projeksiyonunu ve Biyogaz Potansiyelinin Belirlenmesi.* Balıkesir: Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Fredriksson, H. (2006). Agric Syst. 89,184.

Kızmaz, A. (2019). Diyarbakır İl'i meyve ve sebze atıklarından biyogaz potansiyelinin araştırılması . Diyarbakır: Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsi.

Neves, L., Converti, A., & Penna , T. (2009). Review Biogas Production; New Trends for Alternative Energy Sources in Rural and Urban Zones . *Chem. Eng. Technol*, 32.

Saamer , A., Tinku Casper, D., Subody, K., Ram, C., Virenda , K. V., & Ashish, M. (2021). Mutually trading off biocher and biogas sectors for broedening biomethane applications. *Journal os Cleaner Production*, 318.

Sethi, R. (2018). *Biogas production from organic waste, meat and fog by anaerobic digestion and ultimate sludge digestibility.* Florida.

Şırnak Valiliği. (2022, 10 15). *http://www.sirnak.gov.tr/tarihce*. http://www.sirnak.gov.tr/: http://www.sirnak.gov.tr/tarihce adresinden alındı

Wang, X. H., Di, C. L., & Hu, X. Y. (2007). Renew Susty. *Energy Rev*.

Yağlı, H., & Koç, Y. (2019). *Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretim Potansiyelinin Belirlenmesi: Adana İl'i Örneği.* Adana: Çukurova Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi.

Yılmaz , A., Ünvar , S., Koca , T., & Koçer, A. (2018). Türkiye'de biyogaz üretimi ve biyogaz üretimi istatistiksel bilgileri . *Enerji ve Çevre Dünyası Dergisi* (s. 143). içinde İstanbul.

➢ *ORAL PRESENTATION*

Tıbbi Bitki Ekstraktlarının Sağlık Ve Biyoteknolojik Alanda Kullanımı

Ercan KARABULUT[1], Tuğba Raika KIRAN[2], Önder OTLU[2], Aysun Bay KARABULUT[3]

[1] Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi, Farmakoloji Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.
[2] Malatya Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye.
[3] Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

Özet
Hem Doğu hem de Batı kültürlerinde yüzlerce yıldır tıbbi bitkiler ve ikincil metabolitleri terapötik veya profilaktik olarak kullanılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre yaklaşık 21.000 bitki türünün tıbbi bitki kategorisinde kullanılma potansiyeli vardır. Tıbbi bitkilerden aktif bileşenlerin ekstraksiyonu için çeşitli teknolojiler mevcuttur. Tıbbi bitkilerden potent biyoaktif moleküllerin elde edilmesi uygun çözücü seçimi, ekstraksiyon yöntemleri, fitokimyasal tarama prosesleri, doğru fraksiyonlama yöntemleri ve iyi tanımlama teknikleri ile mümkün olmaktadır. Tıbbi bitki metabolitleri, karbonhidratlar, proteinler, lipidler, nükleik asitler gibi büyüme ve gelişme için gerekli birincil/temel metabolitler ile alkaloidler, fenolikler, steroller, steroidler, uçucu yağlar, glikozitler, ligninler, terpenoidler gibi ikincil/spesifik metabolitler şeklinde sınıflandırılabilir. Tıbbi bitkilerden toplamın %10'unu karşıladığı belirtilen yaklaşık 12.000 biyoaktif bileşik izole edilmiştir. Fenolik bileşikler, flavonoidler, antosiyanidinler, flavanlar, tananler gibi polifenoller yüksek konsantrasyonda ve ticari değeri yüksek biyoaktif bileşenler arasındadır. Günümüze kadar birçok tıbbi bitki ekstraktları ve biyoaktif moleküllerinin antimikrobiyal, antiviral, antiinflamatuar, antioksidant, antitumor, antikoagulator, antihelmintik, antidiyabetik, antiaterosklerоz ve diüretik aktiviteleri üzerine yayınlanmış çalışmalar mevcuttur. İlaç potansiyeli olan biyoaktif moleküller ayrıca gen tedavisi, rejenaratif tıp, antibakteriyal yara örtüleri formu ile yara yanık bakımı, doku mühendisliği gibi çeşitli alanlarda da katkılar sunmaktadır.
Anahtar kelimeler: Tıbbi bitki, Fitokimyasallar, Ekstraksiyon, Biyoteknoloji

Usage of Medicinal Plant Extracts in Health and Biotechnology

Abstract
Medicinal plants and their secondary metabolites have been used therapeutically or prophylactically for hundreds of years in both Eastern and Western cultures. According to the World Health Organization, approximately 21,000 plant species have the potential to be used as a medicinal plant. Various technologies are available for the extraction of active ingredients from medicinal plants. Obtaining potent bioactive molecules from medicinal plants is possible with appropriate solvent selection, extraction methods, phytochemical screening processes, correct fractionation methods and good identification techniques. Medicinal plant metabolites can be classified as primary/essential metabolites required for growth and development such as carbohydrates, proteins, lipids, nucleic acids, and secondary/specific metabolites such as alkaloids, phenolics, sterols, steroids, essential oils, glycosides, lignins, terpenoids. Approximately 12,000 bioactive compounds have been isolated from medicinal plants, which are stated to account for 10% of the total. Polyphenols such as phenolic compounds, flavonoids, anthocyanidins, flavans, tannins are among the bioactive components with high concentration and commercial value. Today, there are studies published on the antimicrobial, antiviral, anti-inflammatory, antioxidant, antitumor, anticoagulant, anthelmintic, antidiabetic, antiatherosclerosis and diuretic activities of many medicinal plant extracts and bioactive molecules. Bioactive molecules with drug potential also make contributions in various fields such as gene therapy, regenerative medicine, antibacterial wound dressings and wound care, tissue engineering.
Keywords: Medicinal plant, Phytochemicals, Extraction, Biotechnology

GİRİŞ

Antik çağlardan bu zamana kadar hastalıkların tedavisi için insanlar şifalandırıcı tertiplerin/ ilaçların hazırlanması amacı ile doğadaki bitkileri araştırmışlardır. Bu vesile ile bu zaman kadar iyileştirici etkiye sahip çok sayıda tıbbi bitki tanımlanmış ve biyoaktif moleküllerin özellikleri literatürlerde yayınlanmıştır (1,2). Hem Doğu hem de Batı kültürlerinde yüzlerce yıldır tıbbi bitkiler ve ikincil metabolitleri terapötik veya profilaktik olarak kullanılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre yaklaşık 21.000 bitki türünün tıbbi bitki kategorisinde kullanılma potansiyeli vardır (3).Yüksek değerli bitkiler birincil ve ikincil metabolitler olarak isimlendirilen çok sayıda kimyasal bileşik grubu içermektedir. (4). İkincil metabolitler ise bitki hücresi tarafından metabolik yollar aracılığı ile üretilen kimyasal bileşiklerdir. (5). Tıbbi bitkilerden toplamın %10'unu karşıladığı belirtilen yaklaşık 12.000 biyoaktif bileşik izole edilmiştir (6,7). Bitkilerde ekstraksiyon prosesi, seçili çözücüler kullanılarak tıbbi olarak aktif kısımlarının aktif olmayan veya inert bileşenlerden ayrılması şeklinde tanımlanabilir (8). Ekstraksiyon ile elde edilen ürünler, nispeten saf olmayan sıvı, yarı katı veya sadece oral veya harici kullanıma yönelik tozlar olabilir. (9). Böylelikle elde edilen ekstraktlar, tentür ve sıvı ekstraktlar şeklinde tıbbi ajan olarak kullanıma hazır olabilir. (10).

Tıbbi Bitkilerin Genel Ekstraksiyon Yöntemleri

Maserasyon, Bu işlemde, kaba formda veya toz haline getirilmiş bitki materyalinin, çözücüyle birlikte kapalı bir kapta ±25°C'de en az 3 günlük bir süre boyunca sallamak sureti ile bekletilme işlemi yapılır. (11). ***İnfüzyon.*** Taze infüzyonlar, ham ilacın soğuk veya kaynar su ile kısa bir süre için maserasyonuyla hazırlanır. Bunlar, ham ilaçların kolayca çözünen bileşenlerinin seyreltik çözeltileridir. infüzyon için maserasyon süresi daha kısadır ve numuneler belirli su hacimlerinde belirli zaman aralığı boyunca kaynatılır (12). ***Dijestiyon:*** İşlemde hafif ısının kullanıldığı maserasyon şeklidir. Orta derecede yüksek sıcaklık (40-60°C) sakıncalı olmadığında kullanılır. Böylece mestruum çözücü etkinliği artmış olur (11). ***Dekoksiyon:*** Bu işlemde ham bitki belli hacim ve belli süre kaynatılır, soğutulduktan sonra süzülür. Proses ısıya dayanıklı aktif bileşenlerin çıkarılması için uygundur. Hacim ekstraksiyonla başlangıç hacminin dörtte birine düşürülür (12,13).

Perkolasyon Katı bileşenler nemlendirme amaçlı öncelikle uygun miktardaki seçili mestruum ile yaklaşık 4 saat beklemeye bırakılır. Perkolatörün musluğu açılarak damlatma süresi ayarlanarak sıvı akışına izin verilir. Karıştırılan sıvı süzülür (12,14).***Soxhlet Ekstraksiyonu:*** eklenen solventin ısıtılması ile yoğunlaşması ve örneğe damlaması şeklinde sıcak solventin birkaç kere örnek içerisinde sirküle olması esasına dayanır. Soxhlet ekstraksiyonunda sürekli olarak taze solvent ile temas halinde olduğundan matriksten analitin uzaklaştırılması da artar (12, 15).***Ultrases destekli ekstraksiyon*** 20 kHz ila 2000 kHz arasında değişen frekanslarla ultrason kullanımını içerir, ultrases örneğin hücre geçirgenliğini arttırır ve kavitasyon üretir. Ekstraksiyon verimi solvent türü, sıcaklık ve sonikasyon genliği, sonikasyon zamanı, partikül boyutu, örnek miktarı etkilemektedir (15,16). ***Süperkritik Akışkan Ekstraksiyonu:***Süper kritik sıvı ekstraksiyonu, daha az organik çözücü kullanımı ve artan numune verimi gibi avantajlar sağlayan alternatif bir numune hazırlama yöntemidir. Süperkritik akışkan üretimi, basınç, sıcaklık ve akış hızı kontrolü sağlayan cihazla gerçekleştirilmektedir. (15). ***Mikrodalga-Destekli Solvent Ekstraksiyonu***: 300-300000 MHz yüksek frekanslı elektromanyetik dalgalar olan mikrodalga enerjisinin kullanılarak, iyonların iletimi ve dipol rotasyonuyla molekül üzerine enerjinin direkt etkisi söz konusudur. İyon akışı ile basınç oluşturarak ısı oluştumaktadır. Ekstraksiyon verimini solvent türü, ekstrakt uyumu önemlidir (15). Uygun ekstraksiyon yöntemi belirlenerek tıbbi bitki yaprakları, çiçekleri, tohum, meyve, kök gibi bölgelerinden alkaloidler, steroidler, reçineler, fenoller, flavonoidler, tanenler, glikozitler, uçucu yağlar gibi yüksek değerli biyoaktif bileşenlerin ekstraksiyonu gerçekleştirilmektedir (16). Alkaloidler, analjezi, lokal anestezi, kardiyak stimülasyon, solunum stimülasyonu ve gevşemesi, vazokonstriksiyon, kas gevşemesinin yanı sıra antineoplastik, hipertansif ve hipotansif özellikleri de içeren çeşitli farmakolojik eylemlere sahiptir (17,18,19). Karbonhidrat, triterpenoid ya da steroid aglikon parçalarından oluşan amfifilik molekül olan saponinler, fungicidal, antimikrobiyal, antiviral, antiinflamatuar, antikanser, antioksidan ve immünomodülatör biyolojik aktiviteleri ile doğal ürün türevli ilaç gelişiminde farmakoloji alanında dikkat çekmektedir (20). Terpenlerin anti-inflamatuar, antitümör, antibakteriyel, antioksidan, analjezik, hepatoprotektif özelliklere sahip olduğunu gösteren birçok farmakolojik çalışma mevcuttur (21)Esansiyel yağların antiseptik, antimikrobiyal, analjezik, sedatif, antiinflamatuar, spazmolitik ve lokal anestezik ilaçlar gibi birçok ve önemli tıbbi kullanım alanları vardır (22).

SONUÇ: Medikal bitkiler yaşamı tehdit eden birçok hastalığı önlemekle kalmayıp aynı zamanda tedavi eden doğal ilaç kaynaklarıdır. Biyoaktif bileşenlerin diğer gıda bileşenlerine etkisi ve bu etkileşimin biyoaktif bileşenlerin ilaç gibi davranma etkinliği üzerindeki etkilerinin araştırılması gerekmektedir. Ayrıca bitki kaynaklı terapötik moleküllere yönelik artan talep, biyoteknolojik üretimi ve yüksek değerli biyoaktif bileşenlerin eldesi için sürdürülebilir, çevre dostu ve yenilikçi ekstraksiyon tekniklerinin geliştirilmesi desteklenmelidir. Ayrıca, biyoaktif bileşiklerin izolasyonu için alternatif tekniklerin geliştirilmesi ve optimizasyonu ile ilgili ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

REFERANSLAR

1. Savithramma N, Linga Rao M, Suhrulatha D. (2011) Screening of Medicinal Plants for Secondary Metabolites. Middle-East Journal of Scientific Research, 8 (3): 579-584.
2. Sandhya B, Thomas S, Isabel W, Shenbagarathai R. (2006) Complementary and alternative medicines, 3: 101-114.
3. Kadam ST, Pawar AD. Conversation of Medicinal Plants. (2020) A Review. International Ayurvedic Medical Journal, 3890-3895.
4. Seigler DS. Plant Secondary Metabolism. New York:Springer Science: Business Media;1995. ISBN:978-1-4613-7228-8; ISBN:978-1-4615-4913-0.
5. Alamgir ANM. ‘’Secondary Metabolites: Secondary Metabolic Products Consisting of C and H; C, H, and O; N, S, and P Elements; and O/N Heterocycles’’ Ed: Alamgir ANM. In: Therapeutic Use of Medicinal Plants and their Extracts: Volume 2. SpringerN ature: Springer International Publishing, 2018. ISBN 978-3-319-92387-1.
6. Lai PK, Roy J (2004) Antimicrobial and chemopreventive properties of herbs and spices. Curr Med Chem, 11(11):1451–1460.
7. Tapsell LC, Hemphill I, Cobiac L et al (2006) Health benefits of herbs and spices: the past, the present, the future. Med J, Aust 185(4 Suppl):4–24
. 8. Pandey A, Tripathi S. (2014) Concept of standardization, extraction and pre phytochemical screening strategies for herbal drug. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 2 (5): 115-119
.9. Fonmboh DJ, Abah ER, Fokunang TE, Herve B, Teke GN, Rose NM, Borgia NN, Fokunang LB, Andrew BN, Kaba N, Bathelemy N, Ntungwen FC. (2020) An Overview of Methods of Extraction, Isolation and Characterization of Natural Medicinal Plant Products in Improved Traditional Medicine Research. Asian Journal of Research in Medical and Pharmaceutical Sciences, 9(2): 31-57.
10. Rasul MG. (2018) Conventional Extraction Methods Use in Medicinal Plants, their Advantages and Disadvantages. International Journal of Basic Sciences and Applied Computing (IJBSAC), 2:6,2-14.
11. Trusheva B, Trunkova D, Bankova V. (2007) Different extraction methods of biologically active components from propolis: A preliminary study. Chem Cent J, 13.
12. Handa SS. An Overview of Extraction Techniques for Medicinal and Aromatic Plants. In: Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. Ed: Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, Rakesh DD. 2008; International Centre for Science and High Technology, Trieste, 22-28.
13. Rijo P, Falé PL, Serralheiro ML, Simões MF, Gomes A, Reis C. (2014) Optimization of medicinal plant extraction methods and their encapsulation through extrusion technology. Measurement, 58, 249-255.
14. Hidayat R, Wulandar P. (2021) Methods of Extraction: Maceration, Percolation and Decoction. Eureka Herba Indonesia, 2:1, 68-74.
15. Büyüktuncel E. (2012) Gelişmiş Ekstraksiyon Teknikleri I. Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 32: 2, 209-242.
16. Li JX, Yu ZY. (2006) Cimicifugae rhizoma: from origins, bioactive constituents to clinical outcomes. Curr Med Chem, 13:24, 2927-51.
17. Hussein RA, El-Anssary AA. Plants Secondary Metabolites: The Key Drivers of the Pharmacological Actions of Medicinal Plants. Chapter 2. In: Herbal medicine. Ed: Builders PF. IntechOpen, 2018. 978-1-83881-386-4.
18. Harborne JB, Baxter H. Phytochemical Dictionary: A Handbook of Bioactive Compounds from Plants. London; Washington, DC: Taylor & Francis; 1993.
19. Punetha A, Kumar D, Suryavanshi P, Padalia RC, Thimmaiah VK. (2020) Environmental Abiotic Stress and Secondary Metabolites Production in Medicinal Plants: A Review. Journal of Agricultural Sciences, 28 (3) : 351-362.
20. Bourgaud F, Gravot A, Milesi S, Gontier E. (2001) Production of plant secondary metabolites: A historical perspective. Plant Science, 161:839-851.
14. Juang YP, Liang PH. (2020) Biological and Pharmacological Effects of Synthetic Saponins. Molecules, 25, 4974.
21. Yao JL, Fang SM, Liu R, Oppong MB, Liu EW, Fan GW, Zhang H. (2016) A Review on the Terpenes from Genus Vitex. Molecules, 21, 1179.

2. POSTER PRESENTATIONS
2.1. ABSTRACTS

➢ *POSTER PRESENTATION*

Farklı Magnezyum Formlarının Çözünme Kinetiği ve pH Etkileri Üzerine Bir Çalışma

Selman KÜÇÜKKIVANÇ [1], Deniz Tuğçe ALGAN [1,2], Ayşegül KARAMAN [1],
Şerife DİLEK [1,]3, Emre Fatih EDİZ [1,4]

[1] Zade Vital İlaç, Gıda, Kimya San. A. Ş.
[2]Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü
[3] Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Bölümü
[4] Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Nanobilim ve Nanomühendislik Bölümü

Özet

İnsan vücudu çeşitli organik ve inorganik bileşenler içerir. Bu bileşenler vücudun yapısını ve işlevlerini desteklerken, bunların yokluğu veya aşırı üretimi bir takım anormalliklere yol açar. Hayati olaylar vücutta iyonların ve bazı inorganik elementlerin varlığını gerektirmektedir. Canlı organizmaların temel işlevlerini sürdürebilmeleri için beslenmeye ek olarak minerallere de ihtiyaçları vardır. Magnezyumun, gelişmiş glikoz ve insülin regülasyonu, anti-hipertansif, anti-aritmik, anti-inflamatuar, antikoagülan, antiplatelet özellikleri, gelişmiş lipid metabolizması, azalmış vasküler kontraktilite ve artan endotel bağımlı vazodilatasyon dahil olmak üzere birçok temel sağlık faydası vardır.
Magnezyum, kalp ritminin kontrolü, trombosit aktivasyonundan sonra trombüs oluşumu, kalsiyum ve potasyumun transmembran taşınması dahil olmak üzere çeşitli kimyasal işlemler için çok önemli bir katyondur. İnsan vücudundaki magnezyumun %50-60'ı kemikte, %20'si iskelet kasında, %19'u vücutta bulunur. Diğer dokularda ve hücre dışı sıvılarda ise %1'den az bulunur.

Anahtar Kelimeler: Magnezyum, gliserofosfat, disolüsyon.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Larvicidal effect of the extract of plants on the L_3 stage of the mosquito *Culex pipiens*

Alouani Abdelouaheb [*1], Souda Kamel[2], Hadfi Kaouthar[1], Lebnagria Khouloud[1]

[1] Laboratoire des écosystèmes aquatiques et terrestres (LEAT), Département de Biologie, Université Mohamed-Chérif Messaâdia Souk Ahras41000
2 Département de Biologie, Université Mohamed-Chérif Messaâdia Souk Ahras41000

E-mail*: alouanitoxci@yahoo.fr

Abstract

The substances of natural origin and more particularly the essential oils of the plants represent currently an alternative solution of fight against mosquitoes.
This study aims to test the effect of essential oils at different concentration of *Trigonella foenum graecum* (600 et 800 mg/l) and *Ocimum basilicum* (300 et 600 mg/l) with respect to L3 larvae of *Culex pipiens.*The resultats in the laboratory conditions showed that both plants are larvicids of interest to larvae *Culex pipiens.* In *Trigonella foenum graecum* after 24h (LC_{50}=31g/l), after 48h (LC_{50}=15.43g/l), and after 72h (LC_{50}=39.69g/l), in *Ocimum basilicum* after 24h (LC_{50}=23.59g/l), after 48h (LC_{50}=39.01g/l), and after 72h (LC_{50}=36.14g/l). The comparison showed that the oil of *Ocimum basilicum* more efficient of the oil of *Trigonella foenum graecum.* Our results suggest that the oil of *Ocimum basilicum* prossesses a potential as biocide against the larvae of mosquito.

Keywords: *Ocimum basilicum, Trigonella foenum graecum*-L, *Culex pipiens* and mosquito.

➢ *POSTER PRESENTATION*

CLOSER project related sensor-independent ambient mobility detection by using healthcare technologies and WiFi sensing

Ayhan Taşyurt[1] (*https://orcid.org/0000-0003-0129-0188*), Ali Yaşar Yiğit[2] (https://orcid.org/0000-0002-7518-7290), Ayşenur Tekindor[2] (*https://orcid.org/0000-0002-6124-5621*)

[1]Tiga Healthcare Technologies, Ankara, Turkey
[2]Tiga Healthcare Technologies, Ankara, Turkey
[3]Tiga Healthcare Technologies, Ankara, Turkey

ayhantsyurt@gmail.com

Abstract

In this study, we present what kind of results we have achieved by using the WiFi signal technology, which is widely used in the world and can be used easily in every environment in the Closer project we have been working on, and what problems we aim to solve in the field of home healthcare technologies. By doing extensive research about WiFi signals and WiFi signal data called Channel State Information (CSI) in the literature, we discovered common techniques on healthcare technologies. We studied on the applicability of these techniques, including the use of WiFi signal technology, in the CLOSER project. In the field of healthcare, we have successfully implemented sensor-independent ambient mobility detection on WiFi signals in the CLOSER project. We have detailed how we solved an important challenge within the scope of the project objectives with the help of CSI data obtained from WiFi signals, by measuring the mobility rate of individuals living alone at home, which we think is an important measurement for healthcare technologies.

Keywords: Channel State Information, Healthcare technologies, Motion detection, Device free, WiFi sensing.

➢ *POSTER PRESENTATION*

İmidazol[2,1-b]tiyazol temelli yeni boyarmaddelerin boya duyarlı güneş hücrelerinde (DSSC) kullanılabilirliğinin teorik olarak belirlenmesi

[1]Rafet SAYAR, [2,3]Burcu AYDINER

[1]Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Ensititüsü, İleri Teknolojiler Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye
[2]Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Ankara, Türkiye
[3] Gazi Üniversitesi, Teknolojik Boyarmaddeler ve Malzemeler Uygulama ve Araştırma Merkezi (TEBAM), Ankara, Türkiye

E-mail: rftsyr@gmail.com

Özet

Enerji tüketimindeki artış sonucu yaşanan petrol rezervlerindeki azalmanın hızlanması, fosil yakıtların yanma egzozu, çevre kirliliği ve sera etkisi sorunları dünya çapında büyük endişeler yaratmış ve bunun sonucu olarak yenilenebilir enerji ve yeşil enerjinin geliştirilmesi noktasında önemli ölçüde teşvikler sunulmuştur. Son yıllarda, güneş pili araştırmalarında, güvenli, düşük maliyetli, yüksek verimli, güvenilir ve işlenmesi kolay malzemelerin elde edilebilirliği oldukça önemli bir çalışma alanıdır. Bu kapsamda, boya duyarlı güneş hücreleri (DSSC) üçüncü nesil güneş pilleri olarak ortaya konmuştur. DSSC sistemi ilk olarak O'regan ve Grätzel tarafından 1991'de rapor edilmiş [1] ve bu, çeşitli boyaların, malzemelerin morfolojisinin ve düşük kaliteli yarı iletken tabanlı güneş pilleriyle karşılaştırılabilir foto-enerji dönüşüm verimliliği gösteren hücre tasarımlarının keşfedilmesine yol açmıştır. DSSC'nin foto-enerji dönüşüm verimliliği %12 civarındadır [2].

Organik boyarmaddeler, molekül yapılarındaki çeşitliliğin fazla olması, foton soğurma katsayılarının yüksek olmasının yanı sıra sentez basamaklarının daha basit ve ucuz olması nedeniyle soy metal komplekslerine göre daha avantajlıdır. Diğer taraftan, organik boyaların özellikleri, moleküle farklı gruplar bağlayarak değiştirilebilmektedir. Doğru bir tasarım ile boyanın dalga boyunu, absorpsiyon katsayısını ve enerji seviyelerini değiştirerek DSSC hücrelerinde verimi geliştirme çalışmaları yapılabilmektedir. Bu bilgiler ışığında, bu çalışmada, daha önce literatürde bulunmayan, DSSC adayı olabilecek yeni organik boyarmaddelerin tasarlanması ve bunların literatüre kazandırılması hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda, tasarlanan bileşiklerin DSSC sistemlerinde kullanılabilirliği teorik hesaplamalar sonucunda ayrıntılı olarak ortaya konacaktır.

Tasarlanan bileşiklerin taban durum geometrilerini elde etmek için ilk olarak, potansiyel enerji yüzeyi (PES) hesaplamaları, gerçekleştirilecektir. Bu işlem sonunda elde edilen minimum enerjili konfigürasyon veya konfigürasyonlar DFT hesaplamaları çerçevesinde uygun bir metot (B3LYP, M06 vs.) ve temel set seçilerek yeniden optimize edilerek taban durum geometrileri elde edilecektir. Bileşiklerin spektroskobik özellikleri zamana-bağlı DFT hesaplamaları (TD-DFT) ile belirlenecektir. Hesaplamalarda Gaussian 09 paket programı [3] kullanılacaktır. Çözücü içinde yapılan tüm hesaplamalarda Polarize Süreklilik Modeli (Polarizable Continum Model (PCM)) metodu [4,5] kullanılacaktır. Taban durum geometrileri belirlenen tüm bileşikler için DSSC parametreleri elde edilecektir. İlgili parametrelerde, sübstitüent ve çözücü etkileri araştırılacaktır.

Anahtar Kelimeler: enerji, dssc, gaussian, boyarmadde.

Kaynaklar:

[1] J. Wang, S. Cong, S. Wen, L.K. Yan, Z.M. Su, J. Phys. Chem. C 117 (2013) 2245.
[2] Yella, A., Lee, H. W., Tsao, H. N., Yi, C., Chandiran, A. K., Nazeeruddin, M. K., Grätzel, M. (2011) Science, 34(6056), 629–634.
[3] M. J. Frisch, G. W. Trucks, H. B. Schlegel, G. E. Scuseria, M. A. Robb, J. R. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G. A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Caricato, X. Li, H. P. Hratchian, A. F. Izmaylov, J. Bloino, G. Zheng, J. L. Sonnenberg, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, T. Vreven, J. A. Montgomery, Jr., J. E. Peralta, F. Ogliaro, M. Bearpark, J. J. Heyd, E. Brothers, K. N. Kudin, V. N. Staroverov, T. Keith, R. Kobayashi, J. Normand, K. Raghavachari, A. Rendell, J. C. Burant, S. S. Iyengar, J. Tomasi, M. Cossi, N. Rega, J. M. Millam, M. Klene, J. E. Knox, J. B. Cross, V. Bakken, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R. E. Stratmann, O. Yazyev, A. J. Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J. W. Ochterski, R. L. Martin, K. Morokuma, V. G. Zakrzewski, G. A. Voth, P. Salvador, J. J. Dannenberg, S. Dapprich, A. D. Daniels, O. Farkas, J. B. Foresman, J. V. Ortiz, J. Cioslowski, and D. J. Fox, Gaussian 09, Rev. C.01, Gaussian, Inc., Wallingford CT, 2010.
[4] Bauernschmitt, R., Ahlrichs, R. 1996. "Treatment of electronic excitations within the adiabatic approximation of time dependent density functional theory". Chemical Physics Letters (C. 256).
[5] Cossi, M., Barone, V. 2001. "Time-dependent density functional theory for molecules in liquid solutions". Journal of Chemical Physics, 115(10), 4708–4717.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Prevalence and epidemiology of dog babesiosis in the Belgrade area during 2020

Ivan Pavlovic[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4751-6760*)

[*1] Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia

*Corresponding author e-mail: dripavlovic58@mail.com

Abstract

Dog babesiosis is caused by haemoprotozoan parasites of the genus *Babesia (Piroplasmidae: Apicomplexa).* Two species of genus *Babesia - B.canis* and *B. gibsoni* are of great importance owing to wide range of infected animals in *Canidae* familly. Dog babesiosis is a tick-borne disease and in Europe, the principal vector of is *R. sanguineus* and tick species of the genus *Dermacentor- D. marginatus* and *D. reticulatus.* During 2020 (from January until the end of December) we examined prevalence of babesia infection of pet dogs and faunistic study of tick which were found at dogs in the Belgrade area. From 270 suspected dogs, with common clinical manifestation of disease (anemia, haemoglobinuria, fever, pale of mucous membranes etc.) or infested with ticks, we used capillary blood to examination. Ticks were collected from dogs by means lightly sprung forceps and ticks of suspected genus (*Rhipicephalus* and *Dermacentor* species) were examined to presence of babesia. Used blood films were air-dried, fixed in absolute methanol for 1 minute and stained in 10% Giemsa stain. Identification of ticks and babesia were performed by morphometric characteristic. During examination, infection with *B. canis* was found in 54.11% and with B.gibsoni in 11.21% of examined dogs. Infection is found throughout the year but increase in incidence commenced in the interval March-April. May was the month of infection maximum, decreasing gradually until July. The autumn infection peak occurred in September, disappearing completely in December. Ticks were found on 29.39% of examined dogs. Relative abundance analysis revealed that the species *I. ricinus* was absolutely dominant and found at 51.01%, followed by *R. sanguineus* (39.74%), *D. marginatus* (9.84%) and *D. reticulatus* (2.01%). *Babesia canis* was detected in 64,10% *R. sanguineus*, 41,40% *D. reticulatus* and 11,70% *D. marginatus.* The appearance of babesiosis was directly correlated with the dynamics of the population of ticks found.

Keywords: babesiosis, ticks, dogs, Belgrade.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Dimensional effect and content of plant fibers on the mechanical behavior of compressed earth blocks stabilized with lime.

Nouioua T [1*] (*0000-0003-4343-3247*), Gueddouda M. K [1], Goual I [1]

[*1] AmarTelidji, Civil engineering and Architecture, Civil engineering, Laghouat, Algeria.

*Corresponding author e-mail: t.nouioua@lagh-univ.dz,nouiouatahar@yahoo.fr

Abstract

This investigation concerns the formulation of a stabilized compressed earth block (BTCS) for the masonry of walls in arid and semi-arid regions.
The materials used for this are clay soil, dune sand and natural alfa or Halfa plant fibers without prior treatment. Different combinations of clay soil – dune sand at different percentages were tested.
In the first phase; an optimal mixture is obtained from compression tests carried out for different percentages of clay soil - dune sand in steps of 10%. The mixture corresponds to proportions of 80% clay soil and 20% dune sand (A80S20) is the optimal mixture obtained.
In the second phase; the optimal mixture is treated with a percentage of lime previously fixed at 12%. Cylindrical samples 50mm in diameter compacted by double piston are subjected to compression tests at 28 days. An average compressive strength reached is around 3.95MPa. For the same mixture, the cubic samples stabilized with the same percentage of lime lead to a compressive strength of around 3.47MPa.
The third step; consists in carrying out mechanical tests on cubic samples in compression and parallelepipedic samples in tension by bending reinforced with different percentages (1.2 and 3%) and different lengths (25mm and 50mm) of natural cellulosic fibers. Despite the drop in the compressive strength at 28 days which reaches the value of 3.18 MPa; this drop in resistance is of the order of 12-17%. A significant increase in tensile strength by bending which reaches a value of 0.6Mpa, this increase is about 60%
The optimal combination obtained remains an economical solution with regard to the regulations in force in Algeria and an industrial outcome for the manufacture of an eco-material for homes that respect the environment at low cost.

Keywords: clay soil, dune sand, fibers, eco-materials, arid and semi-arid regions.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Optimization of materials for the manufacture of stabilized compressed earth blocks (primary investigation).

Nouioua T [1*] (*0000-0003-4343-3247*), Gueddouda M. K [1], Goual I [1]

[*1] AmarTelidji, Civil engineering and Architecture, Civil engineering, Laghouat, Algeria.

*Corresponding author e-mail: t.nouioua@lagh-univ.dz,nouiouatahar@yahoo.fr

Abstract

This investigation aims to formulate a low-cost eco-material, usable for masonry in arid and semi-arid regions. The materials used for the manufacture of compressed earth blocks stabilized with lime (BTCS), are clayey earth, dune sand. Different combinations of clay soil – dune sand at different percentages were tested.
In the first phase; an optimal mixture is obtained from compression tests carried out for different percentages of clay soil - dune sand in steps of 10%. The mixture corresponds to proportions of 80% clay soil and 20% dune sand ($A_{80}S_{20}$) is the optimal mixture obtained.
In the second phase; the optimal mixture is treated with a percentage of lime previously fixed at 12%. Cylindrical samples 50mm in diameter compacted by double piston are subjected to compression tests at 28 days. An average compressive strength reached is around 3.95MPa. For the same mixture, the cubic samples stabilized with the same percentage of lime lead to a compressive strength of around 3.47MPa.
The third step consists in carrying out tensile tests by bending on parallelepipedic blocks; the result obtained for 12% lime is acceptable for the shear strength of masonry joints whether parallel or vertical in accordance with British Standard BS 5628 part 1 of Masonry Walls.
The optimal combination obtained remains an economical solution with regard to the regulations in force in Algeria and an industrial outcome for the manufacture of an eco-material for homes that respect the environment at low cost.

Keywords: clay soil, dune sand, eco-materials, arid and semi-arid regions.

➢ *POSTER PRESENTATION*

The Effect of Pulsed Electric Field Processing on Strawberry Infusion

İlkay Çelik[1*] (0000 0002 4036 6918), Sıla Satı Şimşek[1] (0000-0001-7884-2628), Gizem Kahraman[1] (0000-0002-5841-3997), Berkay Tav[1] (0000-0003-4053-6275), Mehmet İnan[1] (0000-0003-0619-9498), Arda Serpen[1]

[1]DÖHLER GIDA SANAYİ A.Ş, Bahcelievler District, Recep Tayyip Erdogan Boulevard, No:136 70100 Karaman, Turkey

*Corresponding author e-mail: ilkay.celik@dohler.com.tr

Abstract

Strawberry is a fruit that is consumed very frequently, especially in summer. It stands out not only with its nutritional value and palatability, but also as a relevant source of bioactive compounds. For this reason, the drying process in the pre-treatments applied is important in protecting these valuable components (Gamboa-Santos, et.al., 2014). The reason for choosing the pulsed electric field (PEF) technology as a pre-treatment for strawberries in this study is to reduce the infusion time. With this technology, it has a great advantage to provide high quality food to consumers (Syed, Q. Abbas, et al., 2017). PEF technology is a technology used for many purposes such as microbial inactivation, increasing extraction efficiency, shortening drying time in liquid and solid foods. As a result of PEF application, the pores in the cells are opened for a short time and the cell membrane permeability increases. Thus, the transfer of molecules from the outside into the cell is facilitated (Bilek 2010).IQF strawberries were dipped in apple juice concentrate solution. After the applied process, it was dried at 60°C until the water activity was measured below 0.6 in the tray dryer. While this period is 24 hours for strawberries without PEF, the total infusion time is 21 hours for strawberries with PEF. Drying time for both groups is 7 hours. Thanks to the delivery of PEF, the semi-permeability of the cell membrane increases reversibly (Ağçam, AKYILDIZ et al. 2014). In our study, the infusion procedure time was shorter in strawberry treated with PEF.

Keywords: PEF technology, strawberry infusion, drying time.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Sağlık faydası ile satılan uçucu yağlarda ICP-MS yöntemi ile ağır metal analizi

Yunus Acar[1*] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0001-6546-404X)*, Didem Deliorman Orhan[1] (*ORCID: https://orcid.org/ 0000-0003-3916-4048)*

[*1]Gazi Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmakognazi Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye

*yunus.acar@hotmail.com

Özet

Tıbbi bitkilerin insanlık tarihinin başlangıcından bugüne kadar olan süreçte başta sağlık ve kozmetik olmak üzere birden çok alanda büyük role sahip olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada, sağlık faydası için kullanılan 9 farklı uçucu yağ (lavanta, biberiye, nane, kekik, portakal, defne, ylang ylang, melisa ve gül) içerisindeki ağır metal (Cd, Pb ve Hg) miktarlarının derişimleri ICP-MS yardımıyla analiz edilmiştir. Kişisel bakım ve kozmetik ürünleri olarak kullanılan söz konusu uçucu yağların Cd, Pb ve Hg analizleri sonucunda istatistiki verileri oluşturulup değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular analizi gerçekleştirilen bu uçucu yağlar içerisinde ihtiva eden Cd, Hg ve Pb değerlerinin Avrupa Farmakopesi'nce tayin edilen sınır değerlerin altında kalmaktadır. Söz konusu 9 farklı tür tıbbi bitkisel yağın olarak tüketilmeye uygun olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İndüktif plazma kütle spektroskopisi, ICP-MS, bitkisel yağlar, tıbbi yağlar.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Effect of Yttrium Aluminum Garnet Addition to Inconel 718 superalloy on Sintering and Microstructure

Sevda Nur Teberdar[1*](0000-0002-6724-1912), Emir Erişçi[1] (0000-0002-0181-3121), Batuhan Soruşbay[1] (0000-0001-8108-1399) Hamit Özkan Gülsoy[1] (0000-0001-5366-5741)

[1]Marmara Üniversitesi, Faculty of Technology, Department of Metallurgical and Materials Engineering, İstanbul, Türkiye

[*]Corresponding author e-mail: steberdar@marun.edu.tr

Abstract

Nickel-based superalloys are used in many production processes, especially in aviation engines and high temperature furnaces, due to their high corrosion resistance, high creep strength, resistance to fatigue crack propagation. Although many advanced melting and casting techniques have been developed for nickel-based superalloys, related problems such as macro-separation and freckle formation in large ingots have not been completely avoided [Rao, Rao et al., 2003]. The demand for the advanced jet engine industry has led to the production of nickel-based superalloys with higher mechanical properties and desired microstructure at lower costs. In this study, the effect of yttrium aluminum garnet (YAG) additive on sintering and microstructure of Inconel 718 (IN718), which is a nickel-based superalloy, which has many application areas from aviation engines to electrodes, high temperature furnaces was investigated. For the study, 3% (wt.) YAG was added to IN718. The powdered IN and YAG alloy was mixed with Turbula for 30 minutes and then the powder was bound by adding liquid paraffin. The bonded powders were pressed with 110 MPa and then sintered at 1300°C for 6 hours in an Argon gas atmosphere.

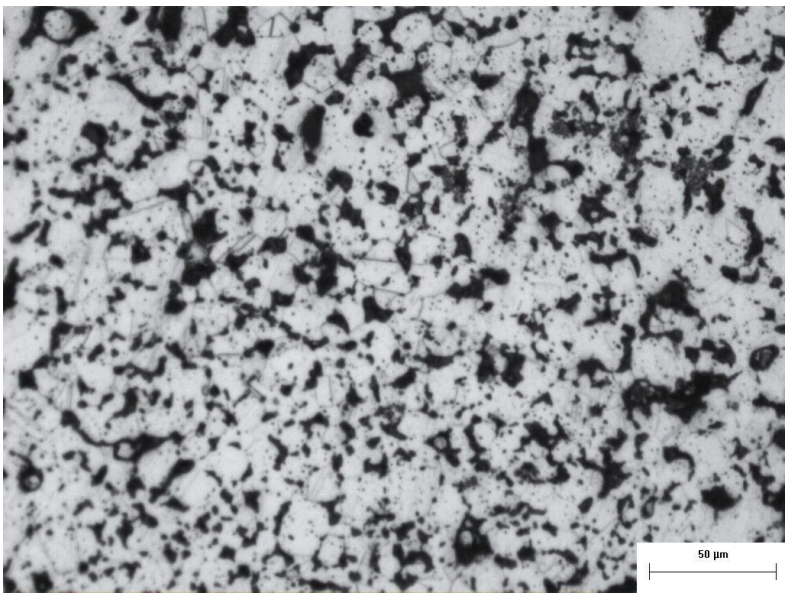


Figure 1: Microstructure image of 3% YAG added IN718 alloy

The microstructure of Inconel 718 to which 3% YAG was added was polished with 1µm,0.25 µm alumina, respectively, after sanding with 2500 grit sandpaper to examine the microstructure with an optical microscope. Inconel Etchant was used for etching. As seen in Figure 1, annealing twins were formed in the microstructure. This situation, which may cause a decrease in mechanical properties, can be eliminated by applying thermal secondary treatments. In this study, the sinterability of IN and YAG alloy at 1300°C and the formation of different phases were observed and it was seen that IN718 and YAG could be sintered homogeneously. It was also observed that the addition of 3% YAG reduced the density of IN718 by 5.07%.

Keywords: Superalloy, Inconel 718, Yttrium Aluminum Garnet, Sintering.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Simple security app using real-time facial recognition

Adnan Alhammadi[1*] (https://orcid.org/0000-0002-0754-7987), Memduh Köse[2] (https://orcid.org/0000-0002-4935-4542)

[*1]Department of Advanced Technologies, conductor, Iraq.
[2]Department of Electrical and Electronics Engineering, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir 40100, Turkey

*Corresponding author e-mail: adnan1982.a8@gmail.com

Abstract

Face recognition is an important research problem most suitable for the purpose of the field of image analysis, covering many fields and disciplines, including security applications and commercial applications. The fact that face recognition applications are subject to different disciplines increases the interest in the studies that have been done and will be done in this field. In this study, new structure of deep convolutional neural network presented for real time face recognition. The proposed structure uses low number of layers to perform the real time face recognition. The proposed application presented best results than previous studies that are uses transfer learning techniques.

Keywords: Face recognition, convolutional neural network, transfer learning.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Kimyon, sarımsak ve muskat oleoresini kullanımının soğuk muhafaza edilen marine hindi göğüs etlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi

Hamide BABAARSLAN[*1](*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-2036-0594), Ümran ÇİÇEK[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7327-0277),* Zeynep PAPAKER[3](*ORCID: https://orcid.org/*0000-0002-0731-9829,

[*1]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Tokat, Türkiye
[2]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık, Gıda Mühendisliği, Tokat, Türkiye,
[3]Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Tokat, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail:hamide.babaarslan6660@gmail.com

Özet

Bu çalışma ile marine hindi göğüs eti üretiminde %0.5 ve %1 oranlarında sarımsak (0.5SA, 1SA), kimyon (0.5KİM, 1KİM) ve muskat (0.5MUS, 1MUS) oleoresinleri kullanımının ürünün bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla yerel bir firmadan temin edilen hindi göğüs etleri kuşbaşı büyüklüğünde doğrandıktan sonra +4°C' de 12 sa süreyle marine edilmiş ve buzdolabı koşullarında depolamanın 0., 3., 5., 7. ve 10. günlerinde tüm grupların (Kontrol, 05SA, 1SA, 05KİM, 1KİM, 05MUS, 1MUS) pH, titrasyon asitliği (TA), su aktivitesi (a_w), tiyobarbitürik asit (TBA) ve pişirme kaybı (PK) değerleri belirlenmiştir. Depolama başlangıcında (0. gün) pH ve TA değerleri sırasıyla 5.85-5.95 ve %1.15-%1.20 laktik asit aralığında değişmiş olup depolama sonunda (10.gün) en düşük pH değerinin 0.5MUS grubuna ($p<0.05$) ve en düşük TA değerinin ise 0.5SA grubuna ($p<0.05$) ait olduğu gözlenmiştir. Depolama başlangıcında (0.gün) PK değerlerinin sırasıyla %10.60-12.81 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Depolama sonunda (10.gün) PK değerlerinin %6.99-9.05 aralığında olduğu ve en düşük PK değerinin Kontrol grubuna ait olduğu belirlenmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 0. ve 10.günlerinde marine hindi göğüs etlerinin a_w değerlerinin sırasıyla 0.977-0.979 ve 0.978-0.981 aralığında olduğu tespit edilmiştir ($p>0.05$). Depolama başlangıcında en yüksek TBA değeri Kontrol grubuna (1.59 mg MA/kg) aitken en düşük TBA değerinin 0.5MUS ve 1MUS (0.28 mg MA/kg) gruplarına ait olduğu gözlenmiştir. Depolama süresince 0.5MUS ve 1MUS gruplarının TBA değerlerinde önemli bir yükselme gözlenmezken diğer grupların TBA değerleri istatistiki açıdan önemli düzeyde yükselmiştir ($p<0.05$). Depolamanın 10. gününde en yüksek TBA değeri 1SA grubunda 2.44 mg MA/kg olarak ve en düşük TBA değeri 1MUS grubunda 0.30 mg MA/kg olarak ölçülmüştür ($p<0.05$). Çalışmada 10 günlük soğuk muhafaza süresince elde edilen veriler göz önünde bulundurulduğunda marinasyonda %0.5 ve %1 oranıda muskat oleoresini kullanımının lipid oksidasyonunu önlemede daha etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: marinasyon, oleoresin, muskat, kimyon, TBA.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Süksinik asit bazlı polyester polyolün poliüretan sistemlerdeki işlenebilirlik özellikleri

Hande Belkıran *(ORCID*: https://orcid.org/0000-0003-4450-1029), İlknur Küçük (*ORCID:*https://orcid.org/0000-0001-9203-0693)

Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Kimya Mühendisliği, 34220 İstanbul, Türkiye

handebelkiran@gmail.com

Özet

Petrokimya endüstrisinde yakıt olarak kullanılmayan kimyasal yan ürünlerin yaklaşık %80'lik kısmı kimya-polimer üretiminde kullanılmaktadır . Günümüzde petrol ve petrolden elde edilen ham maddelerin tedariği ve sürdürülebilirliği konusunda ciddi problemler yaşanması biyo esaslı doğal malzemelere yönelimi arttırmıştır. Kökeni petrol olan kimyasallar çevreye zararlı olup karbon ayak izini dolaylı yoldan etkilerken biyo bazlı malzemeler fosil yakıtların daha az kullanılmasını ve bu sayede karbon ayak izinin ve sera gazı salınımının azaltılmasını sağlarlar. Doğada bulunan selüloz, lignin, bitkisel yağlar, mısır nişastası, bezelye nişastası, patates nişastası, şeker kamışı, avokado, yosun gibi biyo bazlı kaynaklardan farklı yöntemlerle çeşitli kimyasallar sentezlenebilmektedir. Reçine ve fosilleşmiş bitkilerden fermantasyon yöntemi içeren özel bir proses ile elde edilen süksinik asit de bu doğal kaynaklardan biri olup son yıllarda kullanımı artan bir biyo bazlı malzemedir. Yurt dışından ithalat yolu ile temin edilen süksinik asit kimya sektöründe özellikle poliüretan çalışmaları için tercih edilmektedir.
Bu çalışmada petrol türevli adipik asit ve alternatifi olan biyo bazlı süksinik asit kullanılarak yarı mamül polyester polyol sentezlenmiştir. Sentezlenen polyester polyoller poliüretan sistemlerinden olan ayakkabı tabanı şeklinde basılarak işlenebilirlik özellikleri karşılaştırılmıştır. Sentezlenen polyolün yapı karakterizasyonu Fourier dönüşümlü kızıl ötesi spektrometresi (FTIR) ve diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ile analiz edilmiştir. Taban olarak basılan malzemelerin yoğunluk, çekme, kopma direnci gibi fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Süksinik asit, biyobazlı, polyester polyol, PU.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Mechanical Properties of Normal and Steel Fibre Reinforced Lightweight Geopolymer Concrete

Nizar BUSTANI, Amjad AL SALLAL, Nihat ATMACA

Department of Civil Engineering, Gaziantep University, TURKEY

*Corresponding author e-mail: archnizar198989@gmail.com

Abstract

This paper has been conducted to investigate the effect of using artificial Fly Ash and Slag aggregate, steel fiber, on the mechanical properties of Geopolymer concrete. In order to reduce energy consumption and provide a positive environmental impact, the cold-bonded process was used to manufacture artificial aggregate. At first, the production of an aggregate of Fly Ash and Slag was conducted by pelletizing a dry powder of two types: the first type (90% Slag and 10% Portland cement) After that, artificial fly ash aggregate, and/or natural coarse aggregate in the mixes was used with sodium hydroxide and Alkali to produce three mixtures of lightweight geopolymer concrete, two mixes without steel fiber, and other with 0.5 and 1 % steel fiber). To achieve the objectives of this study, concrete properties such as Splitting Tensile Strength, Compressive strength, and flexural strength were investigated. The strength properties were examined through compressive strength, and splitting tensile strength. Test results revealed that the utilization of steel fiber crucially enhanced the structural performance of lightweight geopolymer concrete. The lightweight geopolymer concrete incorporated fly ash and Slag aggregate can be produced with compressive strength as high as 40.50 MPa and a Splitting tensile strength as high as 2.66 MPa. Moreover, the incorporation of 0.5 and 1% steel fiber volume fraction were the most significant parameters that caused a remarkable improvement of investigated properties.
For 0.5 % steel fiber, the compressive strength is 45.97 MPa and for 0.5 % steel fiber the Splitting tensile strength is 3.51 MPa.
For 1 % steel fiber, the compressive strength is 51.21 MPa and for 1 % steel fiber the Splitting tensile strength is 5.14 MPa.

Keywords: Lightweight Geopolymer concrete (LWGC), Mechanical Characteristics, Cold-Bonded Aggregate.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Mechanical And Physical Properties of Artificial Lightweight Aggregate Used in Geopolymer Concrete

Emced ALSALLAL, Nizar BUSTANI, Nihat ATMACA

Gaziantep university, Engineering faculty, Civil engineering, Gaziantep, Turkey

ce.amjad1@gmail.com

Abstract

Scholars all over the world are becoming increasingly interested in the production of lightweight building materials through the utilization of wastes and by-products. The present research focused on the production of artificial lightweight aggregate (ALWA) and its mechanical, physical properties. Also presents the effect of using artificial aggregate on the properties of alkali-activated slag/fly ash concrete cured with ambient temperature. the cold-bonded process was used to manufacture artificial aggregate. At first, the production two type of aggregate was conducted by pelletizing a dry powder of type1 (40% fly ash 40% slag and 20% Portland cement), type 2 (90% slag and 10% Portland cement). Thereafter, All the natural coarse aggregate replaced by the artificial aggregate were used to produce 3 mixtures of geopolymer concrete with sodium hydroxide concentration of 12 M. To attain the objectives of this study, The strength properties were investigated through compressive strength, density, water absorption and the (SEM) of the artificial aggregate. Moreover, the strength properties through compressive strength, splitting tensile strength of the geopolymer concrete. Test results revealed that the compressive strength of the geopolymer concrete incorporated 80% of type 1 and 20% of type 2 aggregate can be produced with compressive strength as high as 50.70 MPa and 2.91 MPa as splitting strength.

Keywords: (Geopolymer concrete, ground granulated blast furnace slag, ordinary Portland cement.)

➢ *POSTER PRESENTATION*

Metal Organik Kafes Yapıların SAW Sensörü ile Gaz Algılama Özelliklerinin İncelenmesi

Günseli GÜNEY[1,2*] (0000-0003-4580-2157), Gülay ALTINDEMİR KAPLAN[2] (0000-0001-6694-5013), İlke GÜROL[2] (0000-0003-0676-2308), Semih GÖRDÜK[1] (0000-0001-7956-8368)

[*1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, İstanbul, Türkiye
[2]TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme Teknolojileri, Gebze - Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu yazar e-mail: guneygunseli@gmail.com

Özet

Gelişmekte olan teknoloji beraberinde uygulama alanlarında kullanılabilecek olan yeni kimyasal malzemelere ve bunların özelliklerinin incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Son yirmi yıl içerisinde hem akademik hem de endüstriyel düzeyde kesintisiz bir gelişme göstermiş ve avantajları ile ön plana çıkmakta olan metal organik kafes yapılar (MOF) veya gözenekli koordinasyon polimerleri bulunmaktadır (1). MOF'lar organik bağlayıcı ve metal iyonlarının birleşmesi ile oluşan yüksek gözenekliliğe sahip organik-inorganik hibrit yapılardır. Yapısal çeşitlilik, geniş spesifik yüzey alanı, kontrol edilebilir gözenek boyutu/geometrisi, yapısal kararlılık çok düşük yoğunluk, esneklik ve güçlü önemli Van der Waals etkileşimleri gibi kayda değer özellikleri bulunmaktadır (2). Bu özellikleri sebebi ile gaz depolama/ayırma, saflaştırma, kataliz, sensör, ilaç depolama gibi birden çok uygulama alanında kullanımı mevcuttur (3). Gözeneklileri sayesinde moleküler eleme etkisi nedeniyle çeşitli analitlere karşı yüksek hassasiyet ve seçiciliğe sahip MOF tabanlı gaz sensörlerin oluşturulmasında ilerleme kaydedilmiştir. Tıbbi teşhis, gıda tazeliği, endüstriyel gaz kaçağı konularında artan endişe, mükemmel hassasiyet, düşük güç tüketimi, maliyet ve uzun kullanım ömrüne sahip minyatürize edilmiş gaz sensörleri gerektirmektedir. SAW (yüzey akustik dalga) sensörleri kütleye duyarlı minyatürize edilmiş gaz sensörlerindendir ve cihaz yüzeyindeki mekanik değişiklikleri tespit eden ve bu değişikliği elektriksel sinyale dönüştüren cihazlardır. SAW cihazlarında transdüser kısımları (IDT) arasında bulunan alanda belirli bir kimyasala duyarlı bir katman oluşturularak analitin bu alana bağlanmasına izin verilir, bu bağlanma doğrultusunda analitin neden olduğu kütle artışı ile rezonans frekansındaki kayma sonucu oluşan sinyal ile algılama malzemesinin analite karşı duyarlılığı analiz edilir (4).
Bu çalışma kapsamında, kararlı yapıya sahip karboksilik asit türevi içeren MOF bileşiğin sentezi ve çeşitli yöntemler kullanılarak karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Sentezlenen MOF yapısının SAW sensör yüzeyine kaplanması sonucu uçucu organik bileşik gazlarına karşı etkileşimleri incelenmiştir. Uçucu organik bileşiklerin belirli oranlarda nem ile karışması sonucu SAW sensör ölçümleride alınmış olan MOF yapısının duyarlılık ve seçicilik analizleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizler MOF bileşiğinin gaz algılama özelliklerine sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Metal Organik Kafes Yapılar, SAW Sensör, Gaz Algılama, Uçucu Organik Bileşik

Bu çalışma Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğünün FYL-2022-4827 ve FBA-2022-4504 numaralı projeleri ile desteklenmiştir.

Kaynaklar:

1. James, Stuart L. "Metal-organic frameworks." Chemical Society Reviews 32, no. 5 (2003): 276-288.
2. Zhou, Hong-Cai, Jeffrey R. Long, and Omar M. Yaghi. "Introduction to metal–organic frameworks." Chemical reviews 112, no. 2 (2012): 673-674.
3. Furukawa, Hiroyasu, Kyle E. Cordova, Michael O'Keeffe, and Omar M. Yaghi. "The chemistry and applications of metal-organic frameworks." Science 341, no. 6149 (2013): 1230444.
4. Nazemi, Haleh, Aashish Joseph, Jaewoo Park, and Arezoo Emadi. "Advanced micro-and nano-gas sensor technology: A review." Sensors 19, no. 6 (2019): 1285.

➢ ***POSTER PRESENTATION***

Dynamic Response of Full Scale Hybrid Concrete Slab Reinforced with Steel Bars under Multiple Free Drop Mass Impact

Ahmed Abbas Ghali[(1)(2)] (0000-0003-4492-5833), Mu'taz Kadhim Medhlom[(3)] (0000-0001-5709-8107) and Mustafa Özakça[(2)] (0000-0003-1544-8126)

*1 Department of construction and projects, Mustansiriyah University, Ministry of Higher Education and Scientific Research, IRAQ
*2 Department of Civil Engineering, Gaziantep University, TURKEY
*3 Department of Civil Engineering, College of engineering, Mustansiriyah University, Ministry of Higher Education and Scientific Research, IRAQ

*Corresponding author e-mail: ahmed_aboaltimen@yahoo.com

Abstract

Impact loads can make a significant damage to concrete slabs, many researchers study to improve concrete resistance to impact forces. This study aims study the effectiveness of using hybrid concrete on slabs resistance to impact loads comparing to normal concrete NC slabs. A free drop mass impact experiment setup will be utilized to find the impact Response of hybrid concrete slabs reinforced with steel bars comparing to NC slabs. In this investigational study, one hybrid concrete slab and one NC slab were experienced for free drop impact. A full scale (1550×1550 mm) slabs were used, the hybrid concrete slab containing 50% reactive powder concrete (RPC) with a reinforcements ratio 0.006 having a grid of eight steel bars and the control specimen casted with 100% NC slab with a reinforcements ratio of 0.00448 reinforced with six steel bars have been made and subjected to 7 m free drop mass. The outcome from present research demonstrate that slab casted with RPC made a significant enhancement for enduring impact loads with much less dispersed fragments comparing to the NC slab, also slab casted with RPC gave low deflection comparing to the NC slabs.

Keywords: free drop weight impact; impact test; steel; RPC and NC.

➢ ***POSTER PRESENTATION***

Dynamic Behavior of Full Scale Hybrid Concrete Slab Reinforced with Steel Bars under 7 M Free Drop Weight Impacts

Ahmed Abbas Ghali Abu Altemen[(1)(2)] **(**0000-0003-4492-5833), Mu'taz Kadhim Medhlom[(3)] (0000-0001-5709-8107) and Mustafa Özakça[(2)] (0000-0003-1544-8126)

*1 Department of construction and projects, Mustansiriyah University, Ministry of Higher Education and Scientific Research, IRAQ
*2 Department of Civil Engineering, Gaziantep University, TURKEY
*3 Department of Civil Engineering, College of engineering, Mustansiriyah University, Ministry of Higher Education and Scientific Research, IRAQ

*Corresponding author e-mail: ahmed_aboaltimen@yahoo.com

Abstract

Slabs are subject to many forces and one of the forces that slabs usually fail to resist is impact loads, steel bars reinforced concrete is extensively used in structural members. The aim of the current research is to investigate the effects of using hybrid concrete on impact resistance comparing to normal concrete NC. A free drop weight impact test setup will be used to investigate the impact behaviour of hybrid concrete slabs reinforced with steel bars. In this experimental study, one hybrid concrete slab and one NC slab used as control specimen were tested for impact. One (1550×1550 mm) hybrid concrete slab containing 50% reactive powder concrete (RPC) and normal concrete (NC) and one normal concrete, both slabs have a reinforcements ratio of 0.00448 have been made and subjected to 7 m free drop weight. The results from current study shows that slab containing RPC are better in resisting and enduring impact loads also less scattered pieces comparing to the NC slab, furthermore slab containing RPC giving low deflection comparing to the NC slabs.

Keywords: free drop weight impact; impact test; steel; RPC and NC.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Otomotiv ve Raylı Taşıtlarda Kullanıma Uygun Polimer Matrisli Kompozit Balatalarda Reçine Oranının Tribolojik Özelliklere Etkisi

Kürşat Taha Engin[*1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8002-9820)*, Sinan Ateş[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3668-1322*), Fatma Ünügür[1,2] (*ORCID:* https://orcid.org/*0000-0001-6346-7335*), Hakan Gaşan[3,5] (*ORCID:* https://orcid.org/0000-0003-0363-7173), Gül İpek Selimoğlu[4] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5752-7530*), Mehmet Kutay Adamlık[4] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0127-4428)*

[*1]Tanatar Kalıp Ar-Ge Merkezi, Eskişehir, Türkiye
[2]Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fizik A.B.D. , Eskişehir, Türkiye
[3]Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye
[4]Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, Türkiye
[5]MMD Makine ve Malzeme Teknolojileri, Eskişehir, Türkiye

*kursatengin@tanatar.com.tr

Özet

Raylı taşıtlar diğer ulaşım türleriyle kıyaslandığında, yüksek yolcu ve yük kapasitesine, yüksek çalışma hızına, düşük işletme maliyetine ve yüksek güvenlik katsayısına sahiptir. Hızla gelişmekte ve büyümekte olan bu ulaşım türüne tüm dünyada yoğun ilgi duyulmaktadır. Özellikle son yıllarda raylı taşıt kullanımının artması, bu taşıtlarda kullanılan fren sistemlerinin teminine olan ihtiyacı da arttırmıştır. Aynı zamanda otomotiv sektöründeki gelişmeler yüksek performans gerektiren frenleride beraberinde getirmiştir. Bu nedenle raylı taşıtlarda ve otomotiv sektöründe kullanılan balataların üretim maliyetlerinin düşürülerek performansının artırılması son derece önemlidir. Polimer matrisli kompozit fren balatalarında kullanılan bileşenlerin her birinin frenleme esnasında farklı bir görevi vardır. Genel olarak bu bileşenler; yağlayıcılar, aşındırıcılar, bağlayıcılar, yapısal malzemeler ve dolgu malzemeleri olarak sınıflandırılmaktadır.Bu çalışma kapsamında ağırlıkça %20 yapısal malzeme, %20 yağlayıcı, %31 aşındırıcı, %29 dolgu malzemesi oranları sabit tutulup karışımın toplam yüzdesine göre değişen bağlacıyı oranlarında bileşimler hazırlanarak reçine miktarının etkisi incelenmiştir. Hazırlanan karışımlar 255 MPa basınç altında 150 °C'de 5 dakika boyunca standart atmosfer altında sinterlenmiştir. Numunelerin aşınma deneyleri özel olarak tasarlanmış balata test cihazında 8 m/s hız, 1 MPa yük kullanılarak toplam disk devir sayısı 5000 olana kadar gerçekleştirilmiştir. Deneyler esnasında karşı cisim olarak dökme demir disk kullanılmıştır. Bağlayıcı oranındaki değişimin balatanın tribolojik performansını önemli ölçüde değiştirdiği gözlemlenmiştir. Bağlayıcı oranının artmasıyla beraber sürtünme katsayısında azalma, balatanın aşınma miktarında ise artış olduğu gözlemlenmiştir. %20 reçine miktarına sahip olan numune ile en yüksek sürtünme katsayısı (0,36-0,5), en az aşınma miktarı (2,51 mm^3) ve en stabil sürtünme katsayı elde edilmiştir. Bağlayıcı miktarının %8'den az, %30'dan fazla olduğu durumlarda standartlar sağlanamamıştır.

Anahtar Kelimeler: Polimer matris kompozit; raylı taşıtlar; otomotiv; balata; reçine.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Polimerik Nanopartiküller İle Titanyum Esaslı Malzemelerin Yüzey Pürüzlülüğünün Değiştirilmesi

Begüm AYDEMİR[1] (*https://orcid.org/0000-0003-0391-4185*), Seher AR[1] (*https://orcid.org/0000-0002-9862-4975*), Serap DERMAN[1] *(https://orcid.org/0000-0002-6662-6642)*, Sakip ÖNDER[2] *(https://orcid.org/0000-0001-8170-7929)*

[1]Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya-Metalurji Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Türkiye
[2]Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü, Türkiye

bgmydmr@gmail.com

Özet

Titanyum (Ti) malzemelerin yüzey özellikleri başarısını etkileyen en önemli faktörlerin başında gelmektedir. Konak yapı ve biyomalzeme arasındaki ilk temas malzemelerin yüzeylerinde gerçekleşmektedir. Dolayısıyla hücrelerin temas ettikleri yüzeylerin kimyası, fiziksel ve mekanik özellikleri oldukça önemlidir. Bu çalışma kapsamında Ti malzemelerin lokal salım yapabilecek polimerik bir kaplama sistemi geliştirilecektir. Yüzey pürüzlülüğünün hücre davranışını etkilediği bilindiğinden kaplamalar farklı büyüklükte nanopartiküller ile hazırlanacak ve yüzeylerin pürüzlülükleri tespit edilip bu pürüzlülüğün hücreler üzerine etkileri çalışılacaktır. Bu amaçla öncelikle kitosandan sonikasyon yöntemi ile kitosan nanopartiküller üretilmiş, çapraz bağlayıcı olarak TPP kullanılmıştır. 4 mg/ml'lik kitosan çözeltisi 4 mg/ml'lik TPP çözeltisi ile 5 dk ve 80 watt ile sonikasyon işlemine maruz bırakıldığında ortalama 143 nm, 4 mg/ml'lik kitosan çözeltisi 2 mg/ml'lik TPP çözeltisi ile 10 saniye 10 Watt ile sonikasyona maruz bırakıldığında ise ortalama 600 nm boyutlarında nanopartiküller elde edilmiştir. Üretilen nanopartiküllerin zeta potansiyelleri ve boyutları zeta sizer ile analiz edilmiştir. Nanopartiküllerin ilaç yükleme ve salım profillerinin tespiti için model ilaç olarak ciproflaxin tercih edilmiş olup nanopartiküllerin enkapsülasyon yöntemi ile yüklemeleri yapılmış olup salım çalışmaları devam etmektedir. Partiküllerin ilaç salım profilleri çıkarıldıktan sonra partiküller sırasıyla Ti yüzeylere tutuklanacak, yüzeylerin pürüzlülükleri tespit edilecek ve fibroblast hücreleri ile hücre kültürü çalışmaları yapılacaktır. Çalışmanın sonunda polimerik partiküllerin oluşturduğu pürüzlülüğün hücreler üzerine etkisi ortaya çıkmış olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Kitosan, ilaç salımı, MTT, yüzey pürüzlülüğü.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Investigation of the removal of Reactive Red 195 dye from aqueous solutions by using date seeds

Yeşim AKA[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2989-9027*), Elçin DEMIRHAN[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4885-2902*)

[*1]Yildiz Technical University, Chemical and Metallurgical Faculty, Chemical Engineering Department, Istanbul, TURKIYE.

*Corresponding author e-mail: akayesimaka@gmail.com

Abstract

Water is an indispensable natural resource for life and economy. With the development of the industry, the use of water in the industry is increasing due to the use of it for providing hygiene and for consumption as a drinking water. With the increasing population, water pollution increases at the same rate. Water pollutant sources used for color purposes in wide areas such as textile, paper, rubber, plastic, leather, cosmetics, food and pharmaceutical industries. Wastewater containing dyes causes toxicological damage to the environment and also human health. Many methods are used to remove dyes from wastewater, but adsorption is superior to other methods because of its simple design, easy process operation, inexpensive and intensive against pollutants. The most commonly used among the adsorbents is activated carbon, but it is expensive. This high cost required orientation towards alternative adsorbent sources. One of these alternatives is agricultural waste or industry residues.
Therefore, in this study, it was aimed to investigate the potential of wastewater removal by using date seeds to remove Reactive Red 195 dye from aqueous solutions. Various parameters such as pH, adsorbent amount and temperature were studied using Box-Behnken experimental design and adsorption mechanisms were determined. According to the results, date seed has found as an appropriate and environmentally friendly alternative for the clean-up of dye-polluted aqueous as a new natural sorbent with desirable absorption capacity.

Keywords: Adsorption, Reactive Red 195, Date Seeds, Optimization.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Application of response surface methodology to optimise extraction of bioactive compounds from solid residues of *Salvia officinalis*

Anissa Barar[1*] , Ouahida Bensebia[2]

[*1] University of Science and Technology Houari Boumediene, Faculty of Mechanical and Process Engineering, Department of environmental engineering, Algiers, Algeria.

* E-mail; anissabarar@yahoo.fr

Abstract

The industrial activity of the aromatic and medicinal plant sector generates thousands of tonnes of waste. The high volume of essential oil extraction residues poses a real environmental and economic problem. However, the recovery of these by-products is an opportunity to obtain benefits in a sustainable way, particularly in terms of obtaining bioactive compounds with undeniable pharmaceutical interests. The objective of the study is to recover a by-product obtained from essential oils of *Salvia officinalis L*. The effect (main and interactive) of extraction conditions on total phenolic and flavonoid content were studied using Box–Behnken design (three factors at three levels). The influence of extraction time (60-360 min), solid–liquid ratio (1:10–1:30 g/ml) and concentration of ethanol (40- 80%) on the extraction yield were investigated. Total phenolic compounds (TCP) and flavonoids (TCF) contents were estimated by Folin - Ciocalteu and aluminum chloride methods, respectively. Antioxidant activity was measured by 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging assay. The results obtained showed that the extraction yield of bioactive compounds from sage residues as well as the antioxidant activity were affected by the extraction parameters, a time of 4 hours, an ethanol/residue ratio of 20 and an ethanol concentration of 60% revealed a maximum content of 26,95 mg EAG/g in TCP and a maximum content of 6,3 mg EQ/g in TCF. Under these conditions, the highest IC50 value (0,66 mg/mL) is recorded. In addition, the results showed that the contribution of the quadratic model was significant for all the responses. Second-order mathematical regression models were developed and were found to fit well with observed data. This study leads to confirm the possibility to valorize bioactive molecules present in the residues of sage which are a potential source of bioactive compounds.

Keywords: Salvia officinalis L, Bioactive Compounds, Waste valorization, Sage residues, Box–Behnken design.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Effect of exogenous epibrassinoid on germination and some physiological parameters in cypermethrin-treated wheat

Songül Gündüz*, Muhittin Doğan, Şeyda Yılmaz, Ebru Bozlar

University of Gaziantep, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology, Gaziantep, Turkey

*Sorumlu yazar e-mail: snglgunduz27@gmail.com

Abstract

Since seed germination and early seedling development period constitute the most important stage of a plant's development, it is very important to determine the effects of environmental factors at these stages. This study was carried out to determine the effects of exogenous Epibrassinolide (EBr) application on germination and early seedling growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds under the influence of Cypermethrin (CP) insecticide. The seeds were sterilized with 5% sodium hypochlorite for 15 minutes before applications. The following applications were made in the controlled climate cabinet with 20 seeds in each petri dish: 0 (no application), 25 ppm CP, 50 ppm CP, 100 ppm CP, 25 ppm CP+10^{-5} M EBr, 50 ppm CP+10^{-5} M EBr, 100 ppm CP+10^{-5} M EBr. The seeds were checked daily and germination numbers were recorded. The effect of EBr applications on germination was not found to reduce the effects of CP. Similar findings were also found in total phenolic contents. In contrast, non-protein sulfhydryl group contents were found to increase relative to control. In addition, the fact that the highest hydrogen peroxide and malondialdehyde contents were determined in individual CP applications compared to CP+EBr applications.

Keywords: Epibrassinolide, Cypermethrin, wheat, germination, physiological effect

➢ *POSTER PRESENTATION*

Synthesis and evaluation of biological activity of some novel urea derivatives on VEGFR-2 enzyme

Özkan Danış[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1781-0520*), Musa Mohammad Shirzad[1] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4240-7517*), İlkay Küçükgüzel[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7188-1859*)

[*1]Marmara University, Faculty of Science, Chemistry Department, Istanbul, Türkiye.
[2]Marmara University, Faculty of Pharmacy, Pharmaceutical Chemistry Department, Istanbul, Türkiye.

*Corresponding author e-mail: odanis@marmara.edu.tr

Abstract

Cancer is the second deathly disease in the world after cardiovascular disorders. In last two decades, the chemotherapy drugs became a very attractive area of research in cancer therapy. Angiogenesis (the formation of new vessels from existing vessels) and its role in tumor growth and metastasis is a clear target for new antiangiogenic agents and inhibition of this pathway would be a very successful strategy in cancer therapy. Various studies in the literature indicate the vital role of protein tyrosine kinases on the angiogenesis pathway and this superfamily of kinases known as promising drug targets for the development of novel and potent lead molecules with anti-cancer activity. Protein tyrosine kinases are important regulators of cellular processes such as proliferation, survival, apoptosis, metabolism, transcription, differentiation, and their role in many diseases such as cancer are well recognized. Vascular endothelial growth factor receptors (VEGFRs) are very important member of receptor tyrosine kinase superfamily. VEGFR-1 and 2 are known with their crucial role in physiology and pathology of angiogenesis, while VEGFR-3 involves in embryogenesis and lymphangiogenesis. Sorafenib, a very important and successful member of small molecule kinase inhibitors, approved by FDA for the treatment of renal cell carcinoma in 2005. Chemically sorafenib possess a diaryl urea and it is the first urea derivative developed as small molecule kinase inhibitors. In this study in order to develop new and potent VEGFR-2 inhibitors six urea derivatives bearing 1,3,4-thiadizole moiety have synthesized and have characterized by FT-IR, ^{1}H-NMR, and ^{13}C-NMR spectrums. A radiometric protein kinase assay (33PanQinase® Activity Assay) was used for measuring the kinase activity in the presence of tested compounds or standart inhibitor. Results show that synthesized compounds have moderate VEGFR-2 inhibitory activity and could be used as lead compounds for developing more potent drog candidates. This study supported by Marmara University BAP FEN-C-DRP-170419-0127 grant.

Keywords: Cancer, Angiogenesis, VEGFR-2.

2.2. FULL-TEXT PAPER

➢ *POSTER PRESENTATION*

Evaluation and comparison of selected fruits potential in improvement of nutritional value and antioxidant activity of cow milk yogurt

Luziana Hoxha[1*] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8725-5991*), *Meli Shateri*[2] (*ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6583-8507*)

[*1]Agricultural University of Tirana, Faculty of Biotechnology and Food, Food Research Center, Tirana, Albania.

[2]LUFRA ltd, Department of Quality Management, Fier, Albania.

*Corresponding author e-mail: lhoxha@ubt.edu.al

Abstract

Yogurt is well known for its health-promoting properties, and in combination with fruits may provide many health benefits. Moreover, producers are seeking always new alternatives to satisfy the potential consumers' expectations and fulfil their needs. This study aims to evaluate the beneficial effects of fruits in combination with cow milk yogurt, in terms of nutritional and sensory properties, and antioxidant activity. This study used cow milk yogurt plain, produced in the laboratory, which served as a control sample and in combination with fruits, strawberries, and peaches. The quality characteristics of the samples were determined and compared with six different commercial yogurts, collected during 2022 in the region of Tirana, Albania. The physico-chemical characteristics evaluated for all samples were: moisture, soluble solids, total acidity, pH, fat, protein, carbohydrates, colour, water activity, and vitamin C. For the determination of polyphenols, flavonoids, and antioxidant activity with two tests (DPPH and ABTS) were prepared extracts with MeOH 80% alcoholic solvent. The results of the study showed that the physico-chemical parameters are in the order of the values specified for this category of products, and were following similar studies. It was noted that the addition of strawberry compared to peach fruit, had a better impact on the quality of the product. Also, the addition of fruits resulted in higher values for antioxidant activity and this was stable using two tests used, also from positive correlations with the content of total polyphenols and total flavonoids in the product containing strawberry and peach fruits. Compared with plain yogurt, fruits contribute to the antioxidant activity value by increasing it more than 2-fold. All gained results consistently emphasize the benefits of adding fruits to cow milk yogurt. From the study, we may suggest the consumption of yogurt with fruits, toward the promotion of a healthy diet. Their combinations, not only may offer product profile diversification, but also the provision and guarantee of the consumer with products that are healthy and with better acceptability by consumers of all age groups.

Keywords: Antioxidant activity, Healthy diet, Peach, Quality, Strawberry, Yogurt.

INTRODUCTION

Yogurt is a traditional fermented food, recognised for its high nutritional value and as healthy food. Even an acid-coagulated milk product by fermentation, compared to milk is more nutritious, possessing protein, Ca, P, Mg, Zn and riboflavin, thiamine, vitamin B12, folate, and niacin (Granato et al., 2010). The beneficial effect of consuming yogurt is linked with the presence of probiotics and lactose-fermenting bacteria with a beneficial effect on intestinal function. Also, it is reported to provide many health benefits, such as suitability for consumption by lactose intolerant people without causing adverse effects (de Vrese et al., 2015), able to ameliorate intestinal disorders and chronic diseases, reduce blood pressure, decrease cholesterol absorption, etc. (Sanders, 1999). Another benefit of consuming yogurt is linked with the slight reduction in stomach pH effect as it is a fermented food, and thus may reduce the risk of pathogen transit and ameliorates the effects of low gastric juice secretion (O'Connell and Fox, 2001).

In the market, there are several commercial brands, which offer diverse yogurt products supplemented by adding natural ingredients or synthetic additives (Coïsson et al., 2005). Fruit yogurt is among the most common fermented dairy products consumed around the world (Saint-Eve et al., 2006). An interesting application in the dairy sector is the addition of fruits, in the forms of fruit juices, pulp, jam, powders, and extracts (Wallace and Giusti, 2008). The enrichment of yogurt with different types of plant materials added as functional ingredients can provide many benefits, serving as natural colorants, enhancing the flavor, and offering sources of bioactive compounds with antioxidant properties (Kim et al., 2009; Oh and Kang, 2015). The purpose of

the inclusion of fruit (natural additives) in yogurt aims to increase its antioxidant activity and functionality (Pereira et al., 2013).

To increase the functionality and antioxidant capacity of these dairy products, food ingredients such as strawberry fruit is commonly added (Coïsson et al., 2005; Trigueros, et al., 2011). Strawberries fruit have unique sensory properties, rich in phenolic compounds and anthocyanins as a source of antioxidants, have the scent of bright red colour (Ahouagi et al., 2021; Yang et al., 2021; Rahman et al., 2021), and are rich in vitamins and essential elements (Mousavi et al., 2021). Peaches are rich in polyphenols and carotenoids (Fernandes et al., 2012; Flis et al., 2012; Martínez et al., 2012; Barros et al., 2010).

There are few studies on yogurt, and even reports on the antioxidant activity of different fruits yogurt available in the market are scarce. This study aims to evaluate the beneficial effects of fruits in combination with cow milk yogurt, in terms of nutritional and sensory properties, and antioxidant activity.

MATERIALS AND METHODS

This study used cow milk yogurt plain, produced in the laboratory, which served as a control sample and in combination with fruits, strawberries and peaches. The cow milk for making yogurt plain and with fruits strawberry (*Fragaria × ananassa Duch.*) and peach (*Prunus persica (L.) Batsch 'Diamond Princess'*), also six commercial yogurts with fruits (strawberry, peach) from different brands collected during 2022 in the region of Tirana, Albania. In this study and all ingredients (sweeteners, starch, thickeners, acidifying substances, fruit preservative, milk proteins, lactic ferments) were collected from the domestic market in Albania. For the production of yogurt in laboratory conditions, milk was pasteurized at 90°C for 10 minutes in a water bath for general purposes and c tooled at 42°C before use. A traditional homemade yogurt sample was prepared too. The yogurt starter culture was inoculated by direct addition with an appropriate amount applied to treated milk, preserved in glass packaging, and incubated in a conventional oven at 42°C until coagulation occurred (pH reached 4.5), as well was transferred to the refrigerator for cooling and stored at 5 ± 1 °C for further analysis.

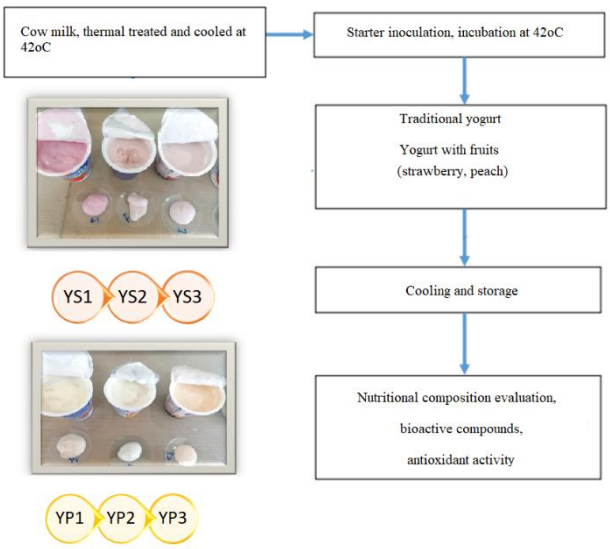


Figure 1. Study samples and general flow diagram followed for yogurt preparation

The samples were coded Yt (traditional yogurt), Y (plain yogurt), YS1, YS2, YS3 (yogurt with strawberry fruit, from 3 different brands), YP1, YP2, YP3 (yogurt with peach fruit, from 3 different brands).

All chemicals and reagents used in this study were ACS (Committee on Analytical Reagent grade). Analyses were performed at the Food Research Centre, Agricultural University of Tirana.

The total content of protein, fat, ash, total acidity (TA, result expressed % lactic acid), and vitamin C was determined according to AOAC (2016), and all the results were expressed as g/100 g. Energy values were calculated using Atwater factor of 4 Kcal/g for protein and carbohydrate and 9 Kcal/g for fat. Moisture content was determined using an advanced moisture analyser Ohaus, where 1.0±0.002 g of sample was uniformly distributed on an aluminum plate. The measurement of pH was performed with a Benchtop pH meter, having an accuracy of 0.001 pH and previously calibrated with 4.00 and 7.00 pH buffer solutions. The carbohydrates were calculated by difference: [100 - (protein + fat + ash + water)]. The water activity (aw) was measured at

25°C using a water activity meter Retronic. The colour value was determined using a portable colorimeter NH310 with CIE parameters L*, a*, and b*.

Extracts were prepared according to Shori and Baba (2013), with modifications using MeOH 80% alcoholic solvent. The supernatants were collected and kept in the refrigerator (4 °C). The determination of total polyphenols was done according to Shetty et al., (1995). Yogurt extracts (1.0 ml) were mixed with 1.0 ml absolute ethanol and 5 ml dH2O, then 0.5 ml Folin–Ciocalteu reagent (diluted 10 times) was added to each sample, followed by the addition of 1.0 ml Na2CO3 5%, and let to stand in dark for 60 min at room temperature. The absorbance was measured at 760 nm using UV-VIS spectrophotometer (Libra S22, Bichrom, UK). The results were expressed as mg of gallic acid equivalents (GAE) per 100 g of fresh weight (fw) of the sample.

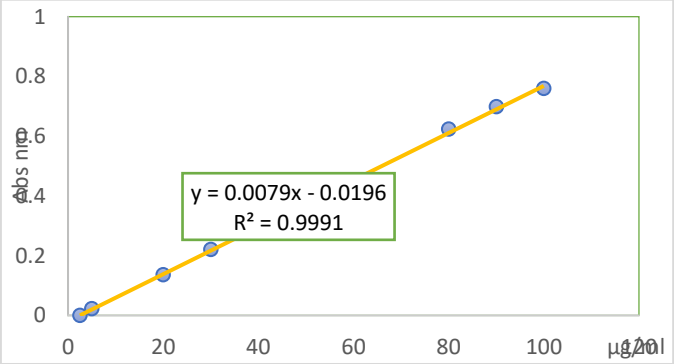


Figure 2. Standard gallic acid curve

The flavonoids were determined by the aluminum chloride colorimetric method, the absorbance was read in triplicate against blank at 510 nm, and the results were expressed as mg of catechin equivalents (CE) per 100 g of fresh weight (fw) of the sample. The antioxidant activity assessed with ABTS (2,2′-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) test according to Giao et al., (2007), and with DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) test according to Shetty et al., (1995), the results were calculated according to Apostolidis et al., (2007) and were expressed as % of inhibition.

All measurements were performed at least in triplicate and were reported as mean and standard deviation.

RESULTS and DISCUSSION

The results of yogurt samples are presented in Table 1 and the Figure 2 to 6. The energy value for yogurt resulted in 269-469 kJ/100 or 64-111 kcal/100 g fw of the sample. From the addition of fruits, it increased by ~8% compared to traditional sample, and in commercial samples from 29 to 68% compared to yogurt made in the laboratory. The moisture content ranged from 74.5 to 87.4%, where the traditional yogurt had the highest content, while the strawberry yogurt YS2 sample had the lowest. Commercial samples had almost 29% lower moisture content compared to Yt and Y. The protein content in yogurt varied from 3.56 to 4.48 g/100 g, and no big differences were noted among the samples. The higher content was found in the commercial strawberry yogurt YS2 (4.48 g/100 g fw of the sample). The fat content was found in the range of 2.24-3.50 g/100 g fw of the sample. Slight differences were noted between samples, and the highest value had the traditional (homemade) yogurt with 3.50 g/100 g fw of the sample. Regarding carbohydrates, they were in the range of 4.35-18.07 g/100 g fw of the sample, where is notable the highest content in yogurt with fruits compared to traditional yogurt (~34% for Y), and in commercial samples, it gets higher 1.74 to 2.74-fold compared to Y sample. The total ash content was in the range of 0.65-0.89 g/100 g fw of the sample, and yogurt produced by us had the highest value (0.89).

Table 1. The nutritional composition values of yogurt (control and with fruits, results expressed per 100 g fw of sample)

Sample	Energy (kcal)	Energy (kJ)	Moisture (g)	Prot (g)	Fat (g)	Carb (g)	Ash (g)
Yt	64	269	87.4 ± 0.10	3.86 ± 0.02	3.50 ± 0.05	4.35 ± 0.10	0.89 ± 0.04
Y	66	279	86.1 ± 0.02	3.89 ± 0.01	2.72 ± 0.10	6.60 ± 0.02	0.89 ± 0.01
YS1	86	361	81.2 ± 0.05	3.68 ± 0.04	2.77 ± 0.02	11.50 ± 0.05	0.85 ± 0.02
YS2	111	468	74.5 ± 0.50	4.48 ± 0.10	2.30 ± 0.05	18.07 ± 0.03	0.65 ± 0.05
YS3	97	408	78.5 ± 0.40	4.05 ± 0.05	2.80 ± 0.50	13.87 ± 0.02	0.78 ± 0.10
YP1	88	372	80.5 ± 0.10	3.56 ± 0.04	2.70 ± 0.10	12.46 ± 0.04	0.78 ± 0.02
YP2	87	365	80.5 ± 0.05	3.89 ± 0.02	2.24 ± 0.06	12.71 ± 0.06	0.66 ± 0.04
YP3	98	411	78.4 ±0.10	4.06 ± 0.04	2.90 ± 0.10	13.80 ± 0.02	0.83 ± 0.07

In the Figure 3 are presented water activity values, which resulted higher in Yt (0.941) sample, and the addition of the fruits had a decreasing effect on aw values (till 0.838). Based on moisture content and water activity values measure, could be seen as beneficial supplementation of yogurt with fruits by decreasing the moisture to 29% and aw till ~7%, providing thus safer conditions for microorganisms growing, and extending the shelf life of products. Nevertheless, other factors and conditions should be taken into consideration.

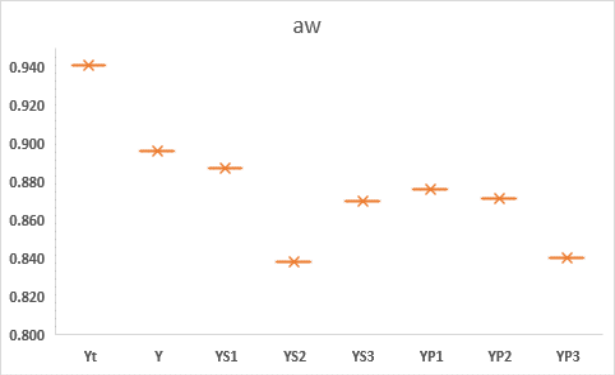


Figure 3. Water activity of yogurt samples

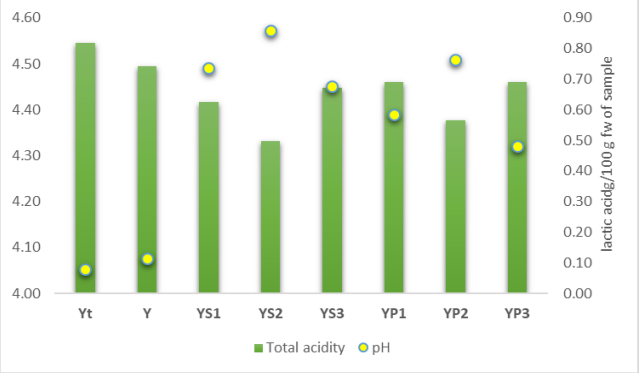


Figure 4. Total acidity and pH values of yogurt samples

Total acidity and pH values (Figure 4) ranged from 0.50 to 0.82 g lactic acid /100 g fw of sample and 4.05-4.57. The lowest value of pH and higher total acidity had the yogurt samples prepared by us, whereas the commercial samples had slight differences among them.

The total colour values CIE L*, a*, and b* are presented in Figure 5. The L* value was found in the range 86.55-99.99 representing brightness, and plain yogurt prepared without fruits had higher values (99.99), Regarding, a* values resulted higher and positive in strawberry yogurt samples (6.13-16.91), due to the presence of red pigments from strawberry fruit. The b* value resulted higher and positive in peach yogurt samples (15.84-27.83), due to the presence of yellow pigments from peach fruit.

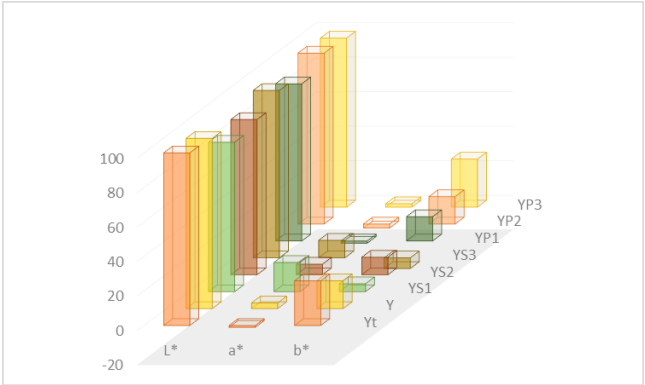


Figure 5. Colour values CIE L*a*b* of yogurt samples

In the Figure 6 are presented the values of total polyphenols, flavonoids and antioxidant activity content.

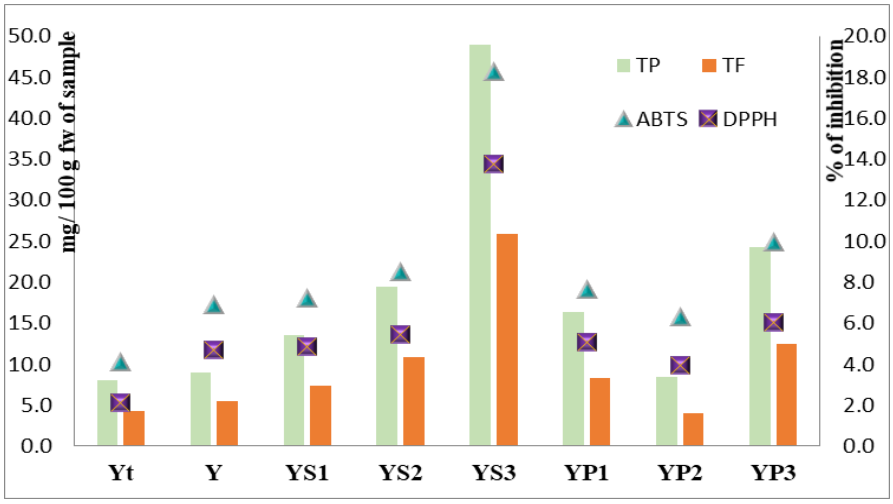


Figure 6. Total bioactive compounds and antioxidant activity of yogurt samples

Results showed that the total content of polyphenols ranged from 8.0 to 48.9 mg GAE/100 g fw of the sample, the lowest content had Yt sample and the highest YS3 sample, generally, supplementation of yogurt with fruits caused an increase of polyphenolic content (till 6-fold), and strawberry fruit served as a better source of such compound compared to the peach fruit. The flavonoid content ranged from 4.2 to 25.8 mg CE/ 100 g fw of sample and followed the same trend as polyphenols. The antioxidant activity was evaluated with two tests, and from the DPPH test values ranged 2.1-13.8 % of inhibition, while from the ABTS test values ranged 4.1-18.3 % of inhibition, both tests are in good correlation with each other and with total bioactive compounds determined. By comparison with plain yogurt, fruits contribute to the antioxidant activity value by increasing it more than 2-fold. The values resulted followed the trend Yt< YP2< Y< YS1< YP1< YS2< YP3< YS3 according to the content of total bioactive compounds and antioxidant activity.

The results of the study showed that the physico-chemical parameters and antioxidants are in the order of the values specified for this category of products. It was noted that the addition of strawberry compared to peach fruit, had a better impact on the quality of the product. Also, the study results were in accordance with other similar studies (Pereira et al., 2013; Shori and Baba, 2013; Oliveira and Pintado, 2015; Nguyen and Hwang, 2016; Supriyanti et al., 2022).

CONCLUSION

The results of the study showed that the physico-chemical parameters are in the order of the values specified for this category of products, and were under similar studies. It was noted that the addition of strawberry compared to peach fruit, had a better impact on the quality of the product. Also, the addition of fruits, resulted in higher values for antioxidant activity and this was stable employing two tests used, also from positive correlations with the content of total polyphenols and total flavonoids in the product containing strawberry and peach fruits. By comparison with plain yogurt, fruits contribute to the antioxidant activity value by increasing it more than 2-fold. All gained results consistently emphasize the benefits of adding fruits to cow milk yogurt. From the study, we may suggest the consumption of yogurt with fruits, toward the promotion of a healthy diet. Their combinations, not only may offer product profile diversification, but also the provision and guarantee of the consumer with products that are healthy and with better acceptability by consumers of all age groups. In the future exploitation should be done for other fruits application in the yogurt and dairy sector.

REFERENCES

Ahouagi VB, Mequelino DB, Tavano OL, Garcia JAD, Nachtigall AM, and Boas BMV 2021. Physicochemical characteristics, antioxidant activity, and acceptability of strawberry-enriched ketchup sauces. Food Chemistry, 340: 127925.

AOAC International (2016) Official methods of analysis, 20th edn. (On-line). AOAC International, Rockville, MD.

Apostolidis E, Kwon YI, and Shetty K 2007. Inhibitory potential of herb, fruit, and fungal-enriched cheese against key enzymes linked to type 2 diabetes and hypertension. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 8: 46–54.

Barros L, Heleno SA, Carvalho AM, and Ferreira ICFR 2010. Lamiaceae often used in Portuguese folk medicine as a source of powerful antioxidants: Vitamins and phenolics. Food Sci. Technol., 42: 544–550.

Coïsson JD, Travaglia F, Piana G, Capasso M, and Arlorio M 2005. Euterpe oleracea juice as a functional pigment for yogurt. Food Res Int., 38: 893–897, doi: 10.1016/j.foodres.2005.03.009.

de Vrese M, Laue C, Offick B, Soeth E, Repenning F, Thoβ A, and Schrezenmeir J 2015. A combination of acid lactase from Aspergillus oryzae and yogurt bacteria improves lactose digestion in lactose maldigesters synergistically: a randomized, controlled, double-blind cross-over trial. Clin Nutr., 34:394–399, doi: 10.1016/j.clnu.2014.06.012.

Fernandes VC, Domingues VF, Freitas V, Delerue-Matos C, and Mateus N 2012. Strawberries from integrated pest management and organic farming: Phenolic composition and antioxidant properties. Food Chem., 134: 1926–1931.

Flis S, Jastrzebski Z, Namiesnik J, Arancibia-Avila P, Toledo F, Leontowicz H, Leontowicz M, Suhaj M, Trakhtenberg S, and Gorinsteing S 2012. Evaluation of inhibition of cancer cell proliferation in vitro with different berries and correlation with their antioxidant levels by advanced analytical methods. J Pharmaceut. Biomed. Anal. 62: 68–78.

Giao MS, Gonzalez-Sanjose ML, Rivero-Perez MD, Pereira CI, Pintado ME, and Malcata FX 2007. Infusions of portuguese medicinal plants: Dependence of final antioxidant capacity and phenol content on extraction features. Journal of the Science and Food Agriculture, 87(14): 2638–2647.

Granato D, Branco GF, Cruz AG, Faria JAF, and Shah NP 2010. Probiotic dairy products as functional foods. Compr Rev Food Sci Food Saf. 9:455–470, doi: 10.1111/j.1541-4337.2010.00120.x.

Kim KH, Hwang HR, Jo JE, Lee SY, Kim NY, and Yook HS 2009. Quality characteristics of yogurt prepared with flowering cherry (Prunus serrulata L. var. spontanea Max. wils.) fruit powder during storage. J Korean Soc Food Sci Nutr., 38: 1229–1236, doi: 10.3746/jkfn.2009.38.9.1229.

Martínez R, Torres P, Meneses MA, Figueroa JG, Pérez-Álvarez JA, and Viuda-Martos M 2012. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. Food Chem., 135: 1520–1526.

Mousavi SR, Rahmati-Joneidabad M, and Noshad M 2021. Effect of chia seed mucilage/bacterial cellulose edible coating on bioactive compounds and antioxidant activity of strawberries during cold storage. International Journal of Biological Macromolecules, 190: 618-623.

Nguyen L, and Hwang ES 2016. Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Yogurt Supplemented with Aronia (Aronia melanocarpa) Juice. Prev Nutr Food Sci., 21(4): 330-337, doi: 10.3746/pnf.2016.21.4.330.

O'Connell JE, and Fox PF 2001. Significance and applications of phenolic compounds in the production and quality of milk and dairy products: a review. Int Dairy J., 11:103–120, doi: 10.1016/S0958-6946(01)00033-4.

Oh HS, and Kang ST 2015. Quality characteristics and antioxidant activity of yogurt added with acanthopanax powder. Korean J Food Sci Technol., 47:765–771, doi: 10.9721/KJFST.2015.47.6.765.

Oliveira A, and Pintado M 2015. Stability of polyphenols and carotenoids in strawberry and peach yoghurt throughout in vitro gastrointestinal digestion. Food & Function, 6(5): 1611–1619, doi:10.1039/c5fo00198f.

Pereira E, Barros L, and Ferreira ICFR 2013. Relevance of the Mention of Antioxidant Properties in Yogurt Labels: In Vitro Evaluation and Chromatographic Analysis. Antioxidants, 2: 62-76, doi:10.3390/antiox2020062.

Rahman MH, Hasan MN, and Khan MZH 2021. Study on different nano fertilizers influencing the growth, proximate composition and antioxidant properties of strawberry fruits. Journal of Agriculture and Food Research, 6: 100246.

Saint-Eve A, Lévy C, Martin N, and Souchon I 2006. Influence of Proteins on the Perception of Flavored Stirred Yogurts, Journal of Dairy Science, 89 (3): 922-933, https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72157-9.

Sanders ME 1999. Probiotics. Food Technol., 53:67–77.

Supriyanti FMT, Roslina D, Zackiyah Z, Hanifa I 2022. Strawberry-fortified Yogurt: Production, Sensory, Antioxidant Activity Test, and Model for Practicum. Indonesian Journal of Science & Technology 7(3): 551-564.

Shetty K, Curtis OF, Levin RE, Witkowsky R, and Ang W 1995. Prevention of verification associated with in vitro shoot culture of oregano (Origanum vulgare) by Pseudomonas spp. J. Plant Physiol., 147: 447–451.

Shori AB, and Baba AS 2013. Antioxidant activity and inhibition of key enzymes linked to type-2 diabetes and hypertension by Azadirachta indica-yogurt. Journal of Saudi Chemical Society, 17(3): 295-301, https://doi.org/10.1016/j.jscs.2011.04.006.

Trigueros L, Pérez-Alvarez JA, Viuda-Martos M, and Sendra E 2011. Production of low-fat yogurt with quince (Cydonia oblonga Mill.) scalding water, LWT - Food Science and Technology, 44 (6): 1388-1395, https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.01.012.

Wallace TC, and Giusti MM 2008. Determination of color, pigment, and phenolic stability in yogurt systems colored with nonacylated anthocyanins from Berberis boliviana L. as compared to other natural/synthetic colorants. J Food Sci., 73: 241–248, doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00706.x.

Yang W, Liu S, Marsol-Vall A, Tähti R, Laaksonen O, Karhu S, Yang B, and Ma X 2021. Chemical composition, sensory profile and antioxidant capacity of low-alcohol strawberry beverages fermented with Saccharomyces cerevisiae and Torulaspora delbrueckii. LWT, 149: 111910.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Microbiological, physico-chemical and organoleptic study of a yoghurt incorporated with oat flakes and carob powder

DOUMANDJI W. [2] ,BOUAYAD L.[1] SAADI R[2] .CHIBANI A[2]

(1) High National Veterinary School, Algeria
(2) Akli Mohand Oulhadj Bouira, SNV ST University, Algeria

*Corresponding author : waffadoumandji@yahoo.fr

Abstract
Our research is to elaborate a yoghurt added with carob flour and oat flakes, in order to diversify the dairy products and to use rich natural products existing in important quantity and are ignored and not consumed in Algeria having benefits on the human health knowing that the yoghurt is an important contribution in calcium and vitamins, that the carob involves a fall of the level of total cholesterol and the bad cholesterol (LDL) in blood The tannins and fibres in carob are very rich in polyphenols and oat flakes contain high levels of iron, calcium, magnesium, phosphorus, potassium and other minerals with moisturising, soothing and skin-repairing properties. Physico-chemical and microbiological analyses gave results in conformity with the standards fixed by the Algerian Official Journal. We noted that the fat content of the mixed yoghurt increases with the carob powder at different incorporation rates and that the acidification of the yoghurt is slower with the oats, due to the decrease in water activity (aw), or the conservative effect of the oats on the activity of lactic bacteria. A tasting test for sensory analysis allowed us to interpret the tasters' feelings, who appreciated the carob yoghurt with 4% incorporation and less with the oats. The cultivation of carob remains one of the weakest activities despite the importance of this product in economic development and the contribution of foreign currency through exports, the interest of these crops must be done through the process of support and reforestation. In addition, the yogurt is enriched with oats and therefore minerals, fiber and natural sugar, which has an antioxidant capacity, is a functional food beneficial to the body.
Key words: yoghurt, carob flour, oat flakes, organoleptic characteristics, sensory analysis.

Introduction

Fermented milks are dairy products transformed by an essentially lactic fermentation that results in the acidification and gelation of milk. Historically, the aim was to improve the preservation of milk, which is a rapidly perishable raw material. Human food is increasingly varied and plays several roles in terms of nutrition and health. Indeed, the current dynamics of the food market is no longer to develop products in large quantities and satisfactory quality, but to develop a balanced food called functional of dietetic and therapeutic interest, **(Vilain, 2010).**With the technological progress made, yoghurt appears as a very digestible dairy product, which has a high nutritional value and is appreciated for its taste and texture. **(Schmidt et *al*., 1994)** Yoghurt itself, in addition to its nutritional importance, has long been identified as a healthy food due to the beneficial action of its two live bacteria (*Lactobacillus delbrueckii subspbulgaricus and Streptococcus thermophilus).* These compete with pathogenic bacteria both in the food and in the environment **(Tamime and Robinson, 1985)**.The microorganisms in the final product must be viable and abundant **(Bourlioux et *al*., 2011)**. Yoghurts and many fermented milks have health-promoting functionalities linked to the specific bacterial strains they contain. For example, they promote lactose digestion and some fermented milks improve functional intestinal disorders and others can act on the immune system **(Syndifrais, 1997)**. Carob pods, richer in sugar than sugar cane and sugar beet, are used in the food and pharmaceutical industries, particularly as an anti-diarrhoea agent, and their high fibre content gives them cholesterol-lowering and glucose-lowering properties; The phenolic compounds they contain are at the origin of their antioxidant property, carob is currently attracting a lot of interest in Algeria, particularly in Tlemcen where industrialists are vying for the international market, with a view to exporting it in the form of flour from the pulp and seeds for their agricultural cultivation. Moreover, this tree is of considerable economic importance **(Hariri et *al*., 2009)**. The carob tree has socio-economic and ecological roles which, through its multiple uses, can contribute to the rural development of certain areas, particularly in North Africa **(Benmahioul, 2011).**

Materials and methods :

Biological materials:

Oat flakes, carob powder, 0% and 26% milk powder, tap water, modified starch, sugar, lactic ferments.
Yoghurt incorporated with oatmeal at different rates (2%,4 %and 6%).
Yoghurt incorporated from carob flour at different rates (2%,4 %and 6%).
Incorporated yoghurt of carob oat mixture of different rates (2%,4 %and 6%).

Measurement equipment:

Laboratory measurement equipment, apparatus and reagents.

Methods

Sampling and preparation of samples of carob powder: The different stages of transformation of carob pulp into powder. The grinding is done by a mill (mammoulex).
Sieving: This operation aims to separate the usable fraction from the non-usable one. The sieving is carried out using sieves with different openings. The aim is to obtain a powder with a granulometry of less than 200 µm.Sterilisation of the carob powder and oats was done manually to remove impurities. Both the oats and the carob were sterilised at 60C° for 1 hour and then stored in a sterile glass box.
The milk powder sample was taken from a 25 kg bag of 26% fat and 0% fat powder, randomly selected from the storage pallet using a sterilised spoon. The collected powder is placed in a hermetically sealed sterile glass box.
Modified starch Sugar Lactic ferments: These consist of two strains: *Lactobacillus bulgaricus and streptococcus thermophilus* and Process water

physico-chemical analyses :

The purpose of physical-chemical analyses is to determine the stability and consistency of a product and its nutritional and organoleptic characteristics during storage.

Table n°01 : parameters studied in the physico-chemical analyses on the different products.

Sample Parameter	Carob powder	Oat flakes	Trial water	Milk powder 0% and 26%	Prepared milk	Finished product
Moisture	+	+	-	+	-	-
Ph	+	+	+	+	+	+
Alkalinity (TA, TAC), TH	-	-	+	-	-	-
Acidity	-	-	-	+	+	+
Fatty matter	-	-	-	+	+	-
Dry extract	-	-	-	-	-	+

(+): presence of analysis. (-): no analysis.

Trial water :

Determination of the pH :

The two probes of the pH meter are immersed in our product, and read directly the value indicated on the pH meter device.

Determination of alkalinity (TA, TAC):

The alkalinity titre or TA measures the hydroxide ion content of the water and the half concentration of carbonate ions.The complete alkalimetric titre or TAC corresponds to the free alkali content of the water, the half concentration of carbonate ions and the bicarbonate **.**

The determination of these two parameters is based on the neutralisation of a certain volume of water by a dilute mineral acid, in the presence of a coloured indicator. The procedure and the expression of the results are as follows:Add: 2 drops of phenolphthalein (C20H14O4) at1 (%) Alkalinity is measured with a strong acid standard solution in the presence of coloured PH indicators.
Titration: with the N/25 sulphuric acid solution (H2SO4).
Phenolphthalein turns from pink to colourless at a ph of 8.3

$$\mathbf{TA\ (°F) = VH2SO4\ (ml)_{x}\ 4}$$

Determination of the TAC (complete alkalimetric titre) :
Take: V water 50 (ml) of water into a 250 (ml) Add: 2 drops of methyl orange to the Erlenmeyer flask.
Alkalinity is measured using a strong acid standard solution in the presence of coloured ph indicators.
Titration: With the sulphuric acid solution (H_2SO) at N/25.
Methyl orange, turns from yellow to orange at pH 4.3 13.1 4.4).(Calculation with the same formula as above)
Determination of water hardness TH :

$$TAC = [OH] + 1/2\,[CO3^-] + [H\,HCO^{-3}]$$

The hydrometric titre (**TH**) indicates the total calcium and magnesium salt content of water, the hardness of a water is proportional to the total number of calcium and magnesium atoms it contains **(Lauze, 2002).**

$$TH = Ca2+, Mg2+$$

Take: V100 (ml) of water Add: 2 (ml) of the buffer solution of pH 10 (TK 10) to the Erlenmeyer.
Add: 2 to 4 drops of NET (CH, N, NaO, S) to the Erlenmeyer.
The NET acts as an end-of-reaction indicator. It is purple in the presence of Ca" and M ions and blue in distilled water.Titration: With EDTA-Na solution, ($C10H14N_2O$ Nay. 2 H_2O) at 0.01 (M).

$$TH\ total\ (°F) = VEDT\ (ml)$$

Determination of PH :Milk powder 0% and 26%
After diluting 2g of the sample in 20ml of distilled water, the ph was measured using a PH meter. The result was displayed on the screen of the apparatus.
Determination of the titratable acidity:
In a beaker, dilute 2g of the powder in 20 ml of distilled water and add two drops of phenolphthalein. Then, a titration is carried out with a 0.09g/l sodium solution until the colour changes from colourless to pink.
Determination of the fat content :
10 ml of sulphuric acid is introduced into the butyrometer using a dosing device, then 10 ml of distilled water is added using a pipette, allowing it to drain very slowly to avoid mixing with the acid, then 2.5 g of milk powder and 1 ml of iso-amyl alcohol are introduced.The butyrometer is then stoppered with a clean, dry stopper. The dissociated fat is less dense and collects in a clear, transparent mass, which can be read directly on the butyrometer scale. The fat content is expressed in g/l.
Determination of moisture :
It is done following the calculation of the TSE, which is done by the following method:
An aluminium dish is placed in the electronic desiccator, tared, 2g of the sample to be analysed is placed on the surface of the dish, the temperature is set to 90C°, then the analysis is started by pressing the START button on the apparatus, which will stop automatically at the end of the analysis.
The percentage of water content is given by the following formula:'

$$H\% = 100\% - EST$$

H%: water content in %.
TSE: total dry extract.
Oat flakes and carob powder:
The measurement of ph and moisture in these products is done in the same way as follows:
Determination of PH :
Were determined by the same techniques described in the section on milk powder.
Determination of moisture : With a balance, first measure the weight of the watch glass, then tare and put 1g of the sample. Place the sample in an oven at a temperature of 105 C° and after every 10 minutes measure the humidity until the value stabilizes for 1 hour. The results are expressed as a percentage.
m0: mass of the test sample (in gram).
m1: mass of the test sample after steaming (in grams)

$$Water\ content\% = \frac{(m0 - m1)}{} \times 100$$

Another analysis for oatmeal and carob powder:

According to the results of other students' studies:

Oat flakes: Determination of fat content, crude fibre content and protein content.

Carob powder: Ash content, fat content, acidity, Brix degree, polyphenols, flavonoids and protein.

Manufacturing process of stirred yoghurt incorporated with oat flakes and carob powder:

Preparation of sourdough :

A 200 unit bag of freeze-dried sourdough consisting of two strains (*Lactobacillus bulgaricus and streptococcus thermophilus)* was introduced into a one litre beaker containing 1000 ml of pasteurised skimmed milk (0% MF) and mixed well. .

Milk preparation :

Table n°02: the different milk ingredients.

Materials:	Quantity in g :
-Milk powder of 26% fat	72 g
-Milk powder 0% fat	67 g
-Sugar	67 g
-Modified starch	16 g

preheated milk

Homogenisation Add a small amount of water and mix well over low heat until the powder is dissolved in the water.in a 1 litre Erlenmeyer flask put the mixture and complete with water (one litre of prepared milk).this step affects the fat and protein of the milk, it reduces the size of the fat globules and limits the rise during incubation and gives a more uniform consistency to the yoghurt produced.

Heat treatment At a temperature of 90-94°C for 3 to 5 minutes.destruction of pathogenic germs and large parts of the common flora, promotes the growth of lactic flora.

Cooling The milk is cooled to the seeding temperature of 44°C.-Acidification of the milk, the mass of the milk, production of aroma, development of lactic bacteria.Inoculation Add 2ml of sourdough

Incubation The glass bowl was placed in the oven at 44°C for 4 hours until an acidity of 70°D was reached.

Cooling For the purpose of blocking the fermentation. At T 4°C for 30 min

Stirring Stir the yoghurt with a sterile spoon in a circular motion for 5-10 minutes until a homogeneous stirred yoghurt is obtained.

Packaging The fermented milk is put into sterile glass jars.

Addition of the sample

In this step, the oatmeal and carob powder are added and mixed together in the following percentages:

rate of incorporation of oatmeal in the yoghurt :Incorporation of 2-4-6%.

rate of the carob powder in the yoghurt :Incorporation of 2-4-6%.

rate of oatmeal and carob powder in the yoghurt "mix":1-2-3%of oatmeal and 1-2-3% of the carob powder in the yoghurt

Physical and chemical analysis of finished products:

The pH is determined using a calibrated PH meter.Homogenise the sample and pour 25 to 50 ml of sample into a beaker.

Measure the pH of the samples while shaking.Rinse the electrode thoroughly between each sample.The value is read directly on the display of the instrument.

Determination of Dornic acidity :

The purpose of this analysis is to determine the lactic acidity of the yoghurt with the NAOH soda in the presence of a coloured PH indicator.

Homogenise the contents of the yoghurt pot well, then In a beaker take 10 ml of yoghurt

Add 3 drops of phenol phthalein solution.Titrate with NAOH 0.09 g/L until the colour changes from colourless to pink.The reading will be taken directly on the acidimeter.

Determination of the fat content :

Dissolution of the milk proteins by addition of sulphuric acid by the acid-butyrometric method.

Butyrometric method. The released fat is separated by centrifugation in the presence of iso-amyl alcohol.Introduce 10 ml of sulphuric acid, 11 ml of the sample (milk or yoghurt) and 1 ml of amyl alcohol into a butyrometer.Stopper the butyrometer well and shake by turning it over until the proteins are dissolved.Centrifuge for 3 minutes.The dissociated fat is less dense, it gathers in a clear and transparent, visible for a direct reading on the butyrometer scale. The fat content is expressed in g/l.

Determination of the total dry extract (TDE):

The principle is based on the drying of the product by evaporation of the water in absorbed or adsorbed form.Weigh 2g of yoghurt and spread the sample over the entire surface of the dish with a spatula.Set the desiccator temperature to 110°C.The TSE value is displayed directly on the apparatus in percentage (% or g/l).

Microbiological analysis:

Microbiological analysis is used to guarantee the safety and wholesomeness of foodstuffs. It focuses on the detection and enumeration of pathogenic germs in the finished product. They are carried out in accordance with the directives of the Algerian official journal JORA N°39(2017) . These germs, widely found in nature, can contaminate the yoghurt and cause food poisoning or intoxication.

Table n°03: germs sought in each material and medium used.

Samples Germs	Culture media used	Process water	Milk powder	Finished product
Staphylococcus Aureus	Baird-Parker agar	+	+	+
Enterobacteriaceae	VRBG agar	-	+	+
Salmonella	FBS Hecktoen	+	+	+
Fecal and total coliforms	VRBL+ BCPL	+	-	-

(+) : Presence of analysis. (-): No analysis.

Methods of bacteriological analysis

Sample preparation, stock suspensions and decimal dilutions are carried out according to the recommendations of EN ISO 6887-1:1999. The enumeration of total aerobic mesophilic flora (TMAF) and thermotolerant coliforms (TTC) is carried out according to the recommendations of NF EN ISO 4833 (2003) and NF V08-060 (2009) respectively.

Staphylococcus aureus (SA) enumeration is performed according to the recommendations of NF EN ISO 6888-1 (2004), catalase and coagulase tests are used to confirm the species.

The conformity of the bacteriological quality of each sample for the flora sought was determined according to the microbiological criteria defined by Algerian regulations (AIM N°10/2016). Sensory analysis :

A sensory analysis aims to analyse the organoleptic properties of a product, based on the perception made by the sense organs, only those aspects related to the sensations in the mouth perceived by a panel of tasters. During the consumption of the product the aspects sought are: Taste and flavour, texture, aroma, consistency and visual appearance.

The tasting test carried out by a panel of 30 people is based on a tasting sheet. It is a question of presenting the different yogurts made to the tasters anonymously. It is necessary to rinse the mouth with water before each tasting to neutralise the taste impressions.

Physicochemical results of the finished products studied:

Product A: control yoghurt.

Product B: yoghurt incorporated in oat flakes at different rates.

Product C: yoghurt incorporated in carob powder at different rates.

Product D: yoghurt incorporated in a mixture of oat flakes and carob powder at different rates of incorporation of 2, 4 and 6%.

The TSE rate of the control yoghurt is in the conformity zone according to the norms set by the company. The TSE values of the different yoghurt products incorporated from oats, carob powder and the mixture are higher compared to that of the control yoghurt.

Table 4: Results of physico-chemical analysis of dry matter content:

Parameter%	**Product A**	**Product B**			**Product C**			**Product D**		
EST	210	2%	4%	6%	2%	4%	6%	2%	4%	6%
		230	245	248	244	241	259	223	244	250
Norms JORA	250 %									

We note that the results of the variation of pH obtained from yoghurt A and medium acid because, in the control yoghurt we observe a decrease in pH throughout the period of 15 days of conservation which varies between 4.61 and 4.32. This decrease is due to the activity of the yoghurt.

This decrease is due to the acidifying activity contained during storage and the accumulation of lactic acid from the metabolism of the two bacterial species (Hermier et al., 1986). In fact, keeping the yoghurt cold prevents bacterial multiplication, but it does not completely stop their metabolic activity, although these results remain within the norm.

From the results obtained, we observe that in yoghurt B incorporated with oats at 2 % shows a faster decrease of the pH which varies between 4.54 from the first day to 4.31 after 15 days, on the other hand, Oat yogurt (4% - 6%) shows a slow acidification compared to 2 % because it contains more amount of oats, which may be due to the lower water activity (aw) of oats, or the inhibiting effect of oats on the activity of lactic acid bacteria. The lowering of ph is due to the degradation of lactose into lactic acid by the mesophilic lactic acid bacteria. When comparing between the 3 products we note that the yoghurt C prepared with 4% and 6% carob powder is slow, then the yoghurt incorporated with 2% carob powder decreases rapidly during storage and which meets the standards (4, 45 - 4.70), so the carob yoghurt has little effect on the metabolic activity of lactic bacteria and thus the lactic acid that produces lactose which lowers the pH **(Brule ,2003 and Larpent , 1991).**

It is noticed that the pH of the finished product which is a yoghurt incorporated with (carob/oats) at different rates (2%,4%,6%) decreases during the storage period which is due to the effect of the added samples on the acidifying activity of the lactic bacteriainterpretation of the physico-chemical results of the Variation of acidity :The results obtained show that the titratable acidity of the control yoghurt increases progressively from a value of 72D° on the first day to 95D°. After 15 days, it is parallel to the decrease in pH during the entire storage period. This increase is due to the action of lactic acid bacteria, whose main function is to produce lactic acid, which acts as a coagulant and antimicrobial preservative **(Schmidt et *al.*, 1994).**

In parallel to the PH, we notice a progressive increase of the titratable acidity for the yoghurt incorporated with oats at different rates (2%, 4%, 6%), so we can say that the acidity curves represented in the previous figure have an increasing tendency during the whole analysis period. This can be explained by the slow development of the two lactic ferments and consequently no acidification.

The results presented in the figure show a progressive increase in the acidity of yoghurt incorporated with carob at different rates (2%, 4%, 6%).

This variation of acidity is close for the three percent of incorporation, which means that the carob powder is slightly affected by the action of lactic bacteria.

We notice that the acidity of our finished products, incorporated yoghurt of oats and carob at different rates (2%, 4%, 6%). it increases during storage, this may be due to the low temperature of storage at 6 ° C and the degradation of lactose in lactic acid.these values obtained for the different samples are always in accordance with the standards of **JORA**.

The results of the physico-chemical analysis of the Variation of the fat:of the yoghurt, is (18%), we notice that these values meet the normative requirements. This fat value increases when oatmeal is added (26 to 29), carob powder (30.4 to 31.9) and the mixture (28.2 to 30.45), The MG content of these products increases slightly according to the rate of carob powder and oatmeal (2% , 4%,6%), and this increase remains stable during the study from (day 1 to 15 days).

We found that the MG of yoghurt with carob powder at different levels increases rapidly during the study compared to yoghurt with oats so we can conclude that carob contains MG more than oats.

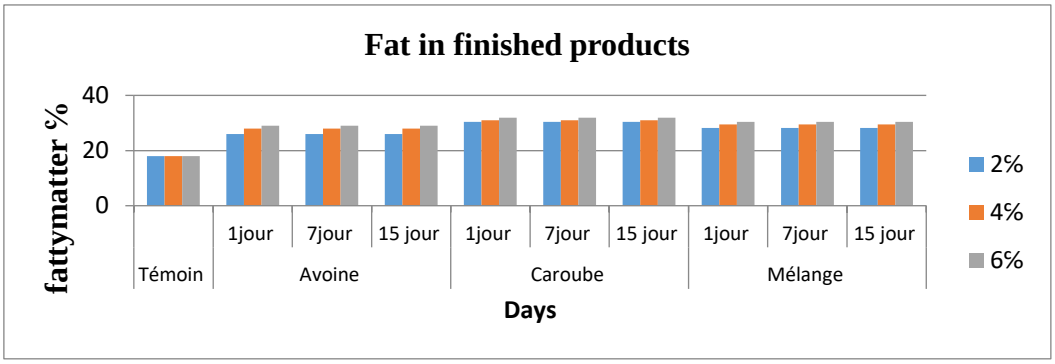


Figure 1: Results of MG measurements of finished products at different rates during storage

The results of the microbiological analyses of the process water indicate an absence of germs that indicate faecal contamination: total and faecal coliforms, staphylococcus aureus, salmonella. These results are due to the fact that the water is subjected to treatment before it reaches the tap, such as pre-chlorination, activated carbon filtration, softening, UV disinfection. The results are in accordance with the standards, so it is suitable for yoghurt production is of good bacteriological quality The results of microbiological analysis of milk

powder are negative and correspond to the standard set by national legislation of the official journal of the Algerian Republic.

The total absence of germs sought in the powders indicates that the powder is of good microbiological quality and the sampling made in the right way without forgetting the conditions of transport, conservation, storage are satisfactory.

The results of the microbiological analyses of the products (A, B, C, D)

Product A: control yoghurt
Product B: yoghurt incorporated in oat flakes.
Product C: yoghurt incorporated in carob powder.
Product D: yoghurt incorporated in carob powder.

The microbiological results of the different finished products show the total absence of the germs of alteration sought: enterobacteria, staphylococcus, salmonella. This is in accordance with the **JORA (2017)** standards.

We note that the analysed product does not present any risk for the health of the consumer, because it does not contain any pathogenic bacteria responsible for intoxication, even after the expiry date of the conservation.

The results show that the yoghurt is prepared under good hygienic conditions (good quality of the raw material, ingredients), the efficiency of heat treatment and the good conditions of cold storage at 4C°-6C° has the effect of slowing down the enzymatic and chemical reactions, and consequently also of slowing down the multiplication and metabolism of micro-organisms. **(Guiraud, 1998; Spinnler, 2004).**In case of the presence of germs any product is destroyed and considered spoiled.

Interpretation of the results of the sensory analysis: satisfaction characteristics of the three products: From the histogram it can be seen that the percentage of people who are very satisfied is higher for the carob yoghurt of 67% compared to 27% for the oat yoghurt and 34% for the mixed yoghurt.

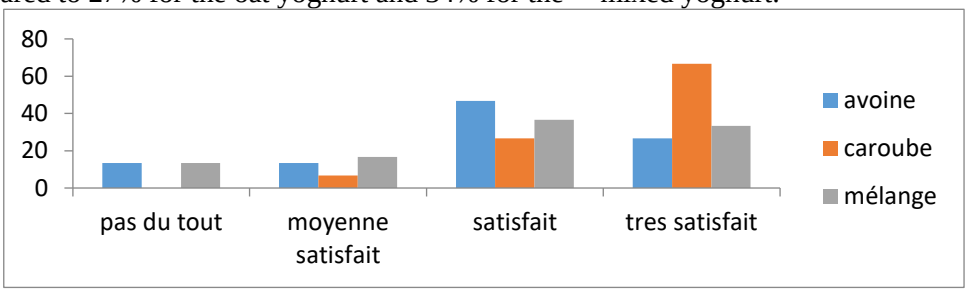


Figure N 2: the satisfaction rate for the three products.

Conclusion :

This study established the moisture and pH values of carob powder to be 7% and 5.35 respectively, and those of oat flakes to be 9% and 6.03 . The results obtained during the various quality controls carried out on the other raw materials showed that the process water intended for the reconstitution of milk and the milk powder are within the ranges set by the standards of the standard codex, AFNOR 1986.

The monitoring of the physico-chemical quality of the finished products during storage shows that the pH of the control yoghurt, yoghurt with carob powder and oat flakes and the mixture at different rates (2%, 4%, 6%) decreases slightly during the entire storage period. The acidity is therefore higher due to the action of lactic bacteria that produce lactic acid. The TSE of mixed yoghurt is higher than that of the control yoghurt and the fat content remains stable during the whole storage period.

The results obtained from the sensory analyses applied to the formulation of the finished product show that the yoghurt with 4% carob incorporated has a better consistency and the greatest acceptability, compared to the other yoghurts.At the end of this work, it appears that it is possible by associating new products to yoghurt by incorporating in this study carob flour and oat flakes, to obtain a new food product rich in nutrients and inexpensive because the raw material is a national production available poorly or little exploited.

Recommendations :

The carob sector remains one of the weakest activities in terms of dissemination and local production compared to the main sectors that dominate, despite the importance of this product in economic development and the contribution of hard currency through exports, it should be interested in these crops through the process of support and reforestation. Oats are important because of their benefits for those who practice sports, and many other advantages, and yoghurt, which is a functional food beneficial for the body, will be enriched with natural sugar, minerals, fibre and antioxidant capacity. It would be interesting if

It would be interesting to carry out further research on the functional and health qualities of carob and oats, products that are poorly exploited and little valued by Algerians, and to conduct awareness campaigns on their benefits to motivate people to consume them.

Acknowledgements

Thanks to the Boudouaou dairy which helped us to carry out the tests and analyses in their laboratory in Rouiba.

Bibliographic references

Afnor France .(2001.normes francaises NF V04-600 janvier 2001

BenmahioulBenamar., Kaïd-Harche Meriem., DaguinFlorence.(2011)Le caroubier, une espèce méditerranéenne à usages multiples forêt méditerranéenne t. XXXII, n° 1

Bourlioux P., Braesco V. Et Denis Mater D.G. (2011). Yaourts et autres laits fermentés. cahiers de nutrition et de diététique. 46(6): 305-314.

Guiraud J.P . Et Rosec J.P . (2004). Pratique des normes en microbiologie alimentaire , Afnor.france , 300p.

Hariri A, Ouis N., Sahnouni F., Et Bouhadi D. (2009). Mise en œuvre de la fermentation de certains ferments lactiques dans des milieux a base des extraits de caroube. revue microbiologie santé et environnement, pp : 37-55.

JORA Algerie .(1998).Arrête interministériel N° 35 du 27-05-1998 du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 janvier 1998 modifient et complétant l'arrête du 14 safar 1415, correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologique de certaines denrées alimentaire.

Journal officiel de la république algérienne. (2017). Critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires. n° 39 02/ 07/2017.

Schmidt Jl., Tourneur And Lenoir J. (1994).. Fonction et choix des bactéries lactiques laitières ..pp37-46. editions de Roissart

Syndifrais. (2002). Produit laitiers frais. danone word newsletter. lettre n01.

Tamime A.Y.And Robinson R.K.(1985).Backgroud to manufacturing practice . yahourt. science and technology ..(eds) , Pergamon press , paris ; 7-90.

Vilain, A.C, (2010) .Qu'est – ce que le lait ? revue française d'allergologie,pages 50-124-127.

➢ *POSTER PRESENTATION*

Ecological assessment of the waters of artificial Lake of Tirana in Albania, by using diatoms algae

Marsela Alikaj[1*], Elona Bahiti[1], Lirika Kupe[1], Alma Imeri[1]

[1]Agricultural University of Tirana, Faculty of Agriculture and Environment, Department of Agronomic Sciences, Tirana, Albania

*malikaj@ubt.edu.al

Abstract

The artificial lake of Tirana is under constant influences from human and natural impacts. This lake is situated in the south part of Tirana city, near to the Zoo and the Botanical Garden. The assessment of water quality is very important in the existence of biodiversity of the lake. Thus, the diatoms species are the powerful indicators that provide changes in environmental conditions. This study aims to determine the different species of diatoms algae and to evaluate the ecological status of artificial Lake of Tirana. Diatom samples were collected in three sampling points during June 2017 and many species have been identified. The dominant taxa were: *Epithemia adnata, Epithemia sorex, Gomphonema minutum, Gomphonema olivaceum, Cyclotella ocellata, Cymbella affinis, Cymbella caespitosa, Cymbella helvetica, Denticula elegans* etc. Based in different taxa and ecological values of species, artificial Lake of Tirana belongs to meso-eutroph state.

Keywords: Artificial Lake, Diatom taxa, species diversity, ecological status

INTRODUCTION

Diatoms are more specific in their preference and tolerance of environmental conditions than most of other aquatic biota. Most diatoms are unicellular, although they can exist as colonies in the shape of filaments. The silica cells wall accumulate in the bottom of lakes, oceans and in macrophytes **(Round et.al., 1990**). Diatom communities are specific species for monitoring environmental conditions and historical pollution of ecosystems. They respond quickly to changes in environmental variables as light, moisture conditions, temperature, current velocity, salinity, pH, nutrients, thus they are commonly used in water quality studies (**Alikaj et.al, 2019**). Diatoms are more abundant in lakes, but they are living in all habitats (**Kupe et.al. 2008; Kupe et al., 2013**).

The artificial Lake of Tirana is a well known for fishing and swimming activities. Even if there are many data about evaluation of water quality in water ecosystems in Albania, using diatoms, (**Kupe at.al, 2011; Miho et.al, 2005; 2006; Kupe et.al, 2006; Alikaj et. al, 2019**), for artificial Lake of Tirana there is no study about assessment of diatoms algae, therefore our study is focused on the evaluation of diatom species of this lake.

MATERIALS AND METHODS

The artificial lake of Tirana is situated in the south part of Tirana city, covering an area of 0.55 km^2 with a depth of 4.5 m. The lake was built from local waters in 1955 on volunteer work. Sampling and monitoring of the diatoms were performed on June 2017. The samples were collected in different depth of Lake Tirana in three sampling point (Fig. 1).



Figure 1. Sampling points in Lake Tirana

The diatom communities were collected like epiphyte in different macrophytes. Collected samples in small bottles were preserved in 4% formaldehyde (**Kelly et.al., 1995; Prygiel et. al., 2002; Kupe L., 2006; Kupe et. al., 2013**). The cleaning of diatom frustules was done by boiling the material, first with HClcc and then, boiling them again with H_2SO_4cc, adding during the last procedure some crystals of KNO_3, as described by **Krammer and Lange Bertalot 2001**. Diatoms were identified using standard literature (**Krammer and Bertalot 1996-2001**). For each samples we calculated the Diversity Index (H'), (**Shannon and Weaver, 1949**), Trophic and Saprobic indices. Trophic and saprobic status of lake was defined according to **Rott et. al, 1977, 1999**.

RESULTS AND DISCUSSION

In table 1 are presented diatoms species found in Lake Tirana. There are 2 centric diatoms species and 37 pennate diatoms. The number of species varied from 19 to 22 in each station. The most commonly species are *Epithemia adnata, Epithemia sorex, Gomphonema minutum, Gomphonema olivaceum, Cyclotella ocellata, Cymbella affinis, Cymbella caespitosa, Cymbella helvetica, Denticula elegans, Rhopalodia gibba* etc. where their presence is 100% in observed samples. Most of the species like, *Gomphonema olivaceum* (TW = 2.9 - eu-polytroph; S = 2.1 - meso-eutroph); *Navicula cryptotenella* (TW = 2.3 - eutrophies; S = 1.5 - oligo-α-mesotrophy); *Epithemia adnata* (TW = 2.2 - meso- eutrophies; S = 1.2 - Oligosaprobe); *Gomphonema minutum* (TW = 2.1 - meso- eutrophies; S = 2.0 - α - mesosaprobe). While some species that grow as epiphytes on rocks live in poly-hypertrophic environments, e.g. *Fragilaria ulna* (TW = 3.5 poly-hypertroph; S = 2.7 mesosaprob); *Nitzschia palea* var. *palea* (TW = 3.3 polytroph; S = 2.8 mesosaprob) are very rarely found in the lake of Tirana.

Table 1. Diatoms of Lake Tirana

Period	**July 2017**			
Stations	**S1**	**S2**	**S3**	**%**
Centric diatoms	***p%***	***p%***	***p%***	*%*
Aulacoseira distans (Ehrenberg) Simonsen	***0.3***			
Cyclotella ocellata Pantocsek	***1.7***	***15.5***	***9.7***	*100*
Pennate diatoms				
Amphora fogediana Krammer	***0.7***			*33*
Amphora subcapitata (Kisselev) Hustedt			***5.2***	*33*
Cymbella affinis Kützing agg.	***2.0***	***5.2***	***8.2***	*100*
Cymbella caespitosa (Kützing) Brun	***0.7***	***0.9***	***0.0***	*100*
Cymbella cistula (Ehrenberg) O.Kirchner	***1.7***			*33*
Cymbella helvetica Kützing	***16.0***		***7.8***	*67*
Cymbella minuta Hilse	***0.7***	***0.9***		*67*
Cymbella silesiaca Bleisch	***0.7***	***0.9***		*67*
Cymbella tumida (Brebisson) Van Heurck		***3.4***	***0.3***	*67*
Denticula elegans Kützing	***8.5***		***14.7***	*67*
Denticula tenuis Kützing		***6.9***		*33*
Denticula valida (Pedicino) Grunow	***1.0***			*33*
Diatoma tenuis Agardh	***1.7***			*33*
Epithemia adnata (Kutziing) Brebisson	***11.6***	***11.2***	***44.8***	*100*
Epithemia argus (Ehrenberg) Kützing		***0.9***		*33*
Epithemia hydmanii W.Smith			***0.6***	*33*
Epithemia sorex Kützing	***26.5***	***8.6***	***83.6***	*100*
Fragilaria tenera (W.Smith) Lange-Bertalot		***6.0***	***2.6***	*67*
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot agg.	***0.3***			*33*
Gomphonema minutum (Agardh) Agardh agg.	***11.2***	***12.9***	***10.3***	*100*
Gomphonema olivaceum (Hornemann) Brebisson gr.	***0.7***	***0.9***	***0.3***	*100*
Gomphonema pumilum (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot		***1.7***	***1.7***	*67*
Gomphonema truncatum Ehrenberg			***10.3***	*33*
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot		***6.0***	***6.5***	*67*
Navicula cryptocephala Kützing	***6.5***		***6.0***	*67*
Navicula declivis Hustedt		***2.6***		*33*
Navicula detenta Hustedt	***4.4***			*33*
Navicula leptostriata Jørgensen	***1.0***			*33*
Navicula pupula Kützing	***0.7***			*33*
Nitzschia gracilis Hantzsch			***4.3***	*33*
Nitzschia graciliformis Lange-Bertalot			***2.6***	*33*
Nitzschia palea (Kützing) W. Smith var. *palea*			***0.6***	*33*
Nitzschia sigmoidea (Nitzsch) W.Smith	***0.7***			*33*
Nitzschia vermicularis (Kützing) Hantzsch		***3.4***		*33*
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O.Müller	***1.0***	***4.3***	***29.3***	*100*
Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O.Müller		***0.9***	***0.9***	*67*
Ulnaria ulna (Nitzsch)			***2.6***	*33*

In table 2 are shown the values of diatoms indices and trophic status of lake. The values of trophic diatoms index varied from 2 at station S3 to 2.5 at station S1. From these values, trophic status was classified from meso-eutroph to eutroph which represent moderate to heavy pollution with inorganic substances as phosphorus and nitrogen. The saprobic index in all stations was 1.4 and sabrobic classes were oligosaprob. In this situation the values of organic matters at Lake Tirana are in low level. Thus eutrophication at this lake may occur from natural and antropogenic impact, but mostly naturally.

Table 2. Diatoms indices and trophic status of lake

Period	**June 2017**		
Stations	**S1**	**S2**	**S3**
Number of species N:	22	19	22
Diversity index H':	0.92	0.94	0.88
Trophic diatoms index TI_{DIA}:	**2.5**	**2.3**	**2.0**
Trophic classes	**Eutroph**	**Eutroph**	**Meso-eutroph**
Saprobic index, SI	**1.4**	**1.4**	**1.4**
Saprobic classes	**Oligosaprob**	**Oligosaprob**	**Oligosaprob**

CONCLUSIONS

In three samples we have identified about 39 species, of which 2 are centric diatoms and others are pennate diatoms. The values of trophic and saprobic index define eutrophic status in relation with inorganic matters but oligosaprob state from organic matters. Anyhow, this lake is in eutrophy conditions. Eutrophication at this lake may occur from natural and antropogenic impact, but mostly naturally.

REFERENCES

1) Alikaj M., Brahushi F., Kupe L., 2019. Ecological status assessment using diatom indices of water ecosystems in Gjirokastra district, ALBANIA. Fresenius Environmental Bulletin, Volume 28 – No. 2/2019 P. 899-904. ISSN: 10184619, Impact Factor: 0.425.

2) Kelly M.G., Whitton B.A., 1995. The Trophic Diatom Index: A New Index for Monitoring Eutrophication in the Rivers- Journal of Applied Phycology, 7. P. 433-444.

3) Krammer K., Lange-Bertalot H., 1986-2001. Subsswasserflora Von Mitteleuropa. 2/1: P. 876; 2/2: P. 596; 2/3: P. 576; 2/4: P. 437; 2/5: Fischer, Stuttgart.

4) Kupe L., Imeri A., Cara M., Kurti D. 2013. Use of Diatom and Macrophyte Index to evaluate the water quality in Ohrid Lake. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, Vol 28(2), P. 393-400. ISSN 1300-1884.

5) Kupe, L., Miho, A. Çullhaj, A. 2011. Evaluation of trophic and saprobic diatom index in Albanian rivers. J. Int. Environmental Application and science. 6(5), P. 692-698.

6) Kupe L., Schanz F., Bachofen R., 2008. Biodiversity In The Benthic Diatom Community In The Upper River Toss Reflected In Water Quality Indices. Clean Journal, 36(1): P. 84-91.
7) Kupe L., 2006. Vleresimi i gjendjes mjedisore te disa habitateve ujore shqiptare mbeshtetur tek diatomete. PhD Dissertation, Faculty of Agriculture and Environmental, Agricultural University ofTirana, Albania, P. 1-134.

8) Miho, A., Çullaj, A., Hasko, A., Lazo, P., Kupe, L., Bachofen, R., Brandl, H., Schanz, F., Baraj B. 2005. Environmental state of some rivers of Albanian Adriatic lowland. Evaluation report, P. 130-150.

9) Miho, A., Çullaj, A., Lazo, V., Hasko, A., Kupe, L., Schanz, F., Brandl, H., Bachofen, R. 2006. Assessment of water quality of some Albanian rivers using diatom-based monitoring. Albanian Journal of Natural and Technical Sciences (AJNTS) Academy of Sciences, Tirana.

10) Prygiel J, Carpentier P, Almeida S, Coste et al., 2002. Determination of the biological Diatom Index (IBD NF T 90-354): results of an inter-comparison exercise, *J. Appl. Phycology* 14, P. 27 –39.

11) Rott E., Hofmann G., Pall K, Pfister P., Pipp E., 1997. Projekt Des Bundesministeriums Für Land-Und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster, P. 1-80.

12) Rott E., Pipp E., Pfister P., Van Dam H., Ortler K., Binder N., Pall K, 1999. Indikationslisten Für Aufwuchsalgen In Österreichischen Fließgewässern. Teil 2: Trophieindication. Bundesministerium F. Land-Und Forstwirtschaft, Zahl 41.034/08-IVA 1/97, Wien. P. 1-248.

13) Round F.E., Crawford R.M. & Mann D.G. 1990. The Diatoms: Biology and Morphology of the Genera. Cambridge University Press, Cambridge. P. 747.

14) Shannon C. E., Weaver W., 1949. The Mathematical Theory Of Communication Univ. Illinois Press, Urbana;

➢ ***POSTER PRESENTATION***

Evaluation of Heavy Metals Pollution in Sediments of Drini Bardhe River, Kosovo

Marsela Alikaj[1*], Ferdi Brahushi[2], Lirika Kupe[1]

[1]Agricultural University of Tirana, Faculty of Agriculture and Environment, Department of Agronomic Sciences, Tirana, Albania
[2]Agricultural University of Tirana, Faculty of Agriculture and Environment, Department of Environment and Natural Resources, Tirana, Albania

*malikaj@ubt.edu.al

Abstract

Pollution of water ecosystems by heavy metals is a worldwide concern, because these metals are indestructible and most of them have toxic effects on living organisms, when they exceed a certain concentration. The present study aims the assessment of heavy metals like Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb and Zn in the sediments of Drini Bardhe River in Kosovo. The concentrations of heavy metals were analyzed by using atomic absorption spectrophotometer (AAS) method. Obtained data showed that the concentration of heavy metals in sediments were in the following order: Fe>Mn>Ni>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd. Pollution status of sediments has been evaluated using enrichment factor and geo-accumulation index. The calculated values of enrichment factors showed moderately severe enrichment for Cd and Ni; moderate enrichment for Cu, Cr and Pb; and no enrichment for Fe, Mn and Zn. Furthermore, calculated values of the geo-accumulation index showed that the sediments were high polluted with Cd and Ni; moderate polluted with Cr; unpolluted to moderate polluted with Cu, Mn, Pb and Zn; and unpolluted with Fe.

Keywords: Water ecosystem, heavy metals, sediment, enrichment factor, geo-accumulation index

INTRODUCTION

Human activities, including metal mining, smelting, coal combustion, fossil fuel burning, draining of sewerage, dumping of Hospital wastes, recreational activities and agricultural practices have released countless tons of trace elements into the environment (**Haxhibeqiri et.al, 2015**). Also metals may occur naturally from normal geological phenomenon such as ore formation, weathering of rocks and leaching. Heavy metals in environment may accumulate to toxic levels without visible signs. The assessment of heavy metals in sediments is important for the categorization of the environmental status of the water ecosystems. Pollution of sediments by heavy metals defines the historical pollution of ecosystems because these elements cannot degrade and continuously keep on depositing in sediments (**Forster 1990**). Sediments represent one of the ultimate sinks for heavy metals discharged into the environment (**Ghrefat & Yusuf, 2006**), nevertheless by various processes sediments in aquatic environments release metals to the water column. This study aims to assess the level of heavy metals in sediments of Drini Bardhe River in Kosovo and to evaluate the degree of pollution by heavy metals at this ecosystem.

MATERIAL AND METHODS

Sediment samples

Along Drini Bardhe River in Kosovo three representative sampling sites were selected to collect sediment samples (Figure 1). Standard procedure was applied for sediment sampling. After collection, sediment samples were prepared and analyzed to determine heavy metals concentrations. For the determination of heavy metals 0.3g of sediment samples were mixed with, HNO_3cc 65% acid and H_2O_2 33%. The mixture of samples was carried in microwave for 25 minutes in 180^oC **(EPA Method 3051[a]).** The concentrations of heavy metals were determined by atomic absorption spectrophotometer (AAS).



Figure 1. Study area along Drini Bardhë River

Assessment of heavy metal contamination

Assessment of heavy metals pollution was defined using Enrichment Factor (EF) and Geo-accumulation Index (Igeo) based on the following categorization respectively: 1) Ef ≤1 no enrichment; 2) 1 < Ef ≤3 minimal enrichment; 3) 3 < Ef ≤5 moderate enrichment; 4) 5 < Ef ≤10 moderately severe enrichment; 5) 10 < Ef ≤25 severe enrichment; 6) 25 < Ef ≤50 very severe enrichment; 7) Ef > 50 extremely severe enrichment.

1) Igeo < 0 unpolluted; 2) 0 ≤ Igeo < 1 unpolluted to moderately polluted; 3) 1 ≤ Igeo < 2 moderately polluted; 4) 2 ≤ Igeo < 3 moderately to strongly polluted; 5) 3 ≤ Igeo < 4 strongly polluted; 6) 4 ≤ Igeo < 5 strongly to very strongly polluted; 7) Igeo ≥ 5 very strongly polluted.

The EF was calculated using the formula according to **Li et al., 2008** and Igeo by using the equation given by **Huu et al., 2010.** The heavy metals concentrations in the earth crust are taken from **Rudnic et.al, 2005**.

Ef= metal content in a given sediment / metal content in earth crust

Igeo= log2 (metal content in a given sediment / metal content in the earth crust *1.5)

SPSS Statistic 20 program was used for **s**tatistical analysis and **Minitab 16** for cluster analysis.

RESULTS AND DISCUSSION

In table 1 are presented the concentrations of heavy metals in sediments of river. In total were analysed 8 heavy metals and the concentrations order were: Fe>Mn>Ni>Cr>Zn>Cu>Pb>Cd.

The sediments enrichment with heavy metals and the pollution level is evaluated with Enrichment factor and Geo accumulation index (table 1). The values of enrichment factors showed moderately severe enrichment for Cd and Ni; minimal enrichment for Cu, Cr and Pb and no enrichment for Fe, Mn and Zn.

Beside this through the geo-accumulation index resulted that the sediments were much polluted with Cd and Ni; moderate polluted with Cr; unpolluted to moderate polluted with Cu, Mn, Pb and Zn, and unpolluted with Fe.

Table 1. Heavy metal concentrations in sediments of Drini Bardhe River

Heavy metals mg/kg	Sediment samples								
	S1	S2	S3	Min	Max	Average	StDev	Ef	Igeo
Cd	0.7	0.1	1.0	0.1	1.0	0.6	0.4	6.1	3.20
Cu	14.5	20.5	48.1	14.5	48.1	27.7	17.9	1.1	0.73
Cr	43.1	265.4	53.6	43.1	265.4	120.7	125.4	1.4	1.09
Fe	14515.5	24430.9	23116.3	14515.5	24430.9	20687.6	5385.4	0.6	-0.17
Mn	220.8	409.1	458.8	220.8	458.8	362.9	125.6	0.7	0.01
Ni	78.1	787.0	59.0	59.0	787.0	308.1	414.9	7.0	3.39
Pb	16.3	11.6	30.3	11.6	30.3	19.4	9.7	1.1	0.78
Zn	38.1	44.4	99.4	38.1	99.4	60.7	33.7	0.9	0.36

The high level of Cd, Cr and Ni in sediments can influence in water quality and present negative effects due to the possibility of their transfer in the food chain.

To understand the origin of heavy metals and the linkage between them we used cluster analysis Fig. 2. The cluster analysis classified the metals in the sediments in three groups; the first group, are the metals (Cd, Cu, Zn, Pb) (natural and anthropogenic origin). Even if Cu and Zn are natural elements in the earth crust, the linkage with Cd and Pb classified them with dual origin. The second group are Fe and Mn as metals with natural origin. The third group are Cr and Ni, with (anthropogenic origin).

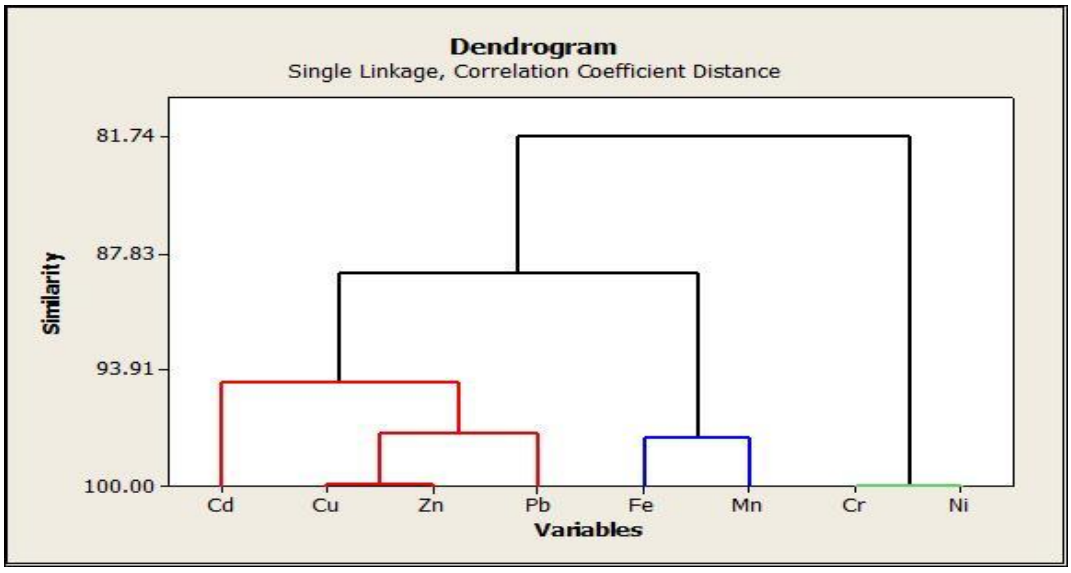


Figure 2. Dendogram of heavy metals in the sediments of Drini Bardhe River

CONCLUSION

The results clearly indicated that heavy metals concentrations were high in sediment samples. In general, the metals content in sediments is indicative of the degree of pollution and serves as a source of mobility of heavy metals to water. The highest level of heavy metals especially for Cd and Ni is the result of anthropogenic, industrial and agricultural activities. High concentration of heavy metals in sediments can affect water quality and to present negative effects due to the possibility of their transfer to food chain.

REFERENCES

1. EPA method 3051A, Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils

2. Forstner, U., 1990. Contaminated sediments. Lecture Notes in Earth Science, vol. 21, Springer-Verlag, Berlin

3. Ghrefat H., Yusuf N. 2006. Assessing Mn, Fe, Cu, Zn and Cd pollution in bottom sediments of Wadi Al-Arab Dam, Jordan. Chemosphere 65: 2114–2121

4. Haxhibeqiri B., Alikaj M., Brahushi F., 2015. Assessment of Heavy Metal Content in Soils along Drini Bardhe River – Kosovo. Albanian j. agric. sci. 2014;13 (3), ISSN: 2218-2020, P. 15-20

5. Huu H. H., Swennen R., Van Damme A., 2010. Distribution and contamination status of heavy metals in estuarine sediments near Cua ong harbor, ha long bay, Vietnam. *Geologica Belgica* 13/1-2: 37-47

6. Li Yu., Gou X., Wang G., Zhang Q., Su Q., Xiao G., 2008 - Heavy metal contamination and source in arid agricultural soil in central Gansu Province. *China Journal of Environmental Sciences* 20: 607–612

7. Rudnick, R.L., Gao, S., 2005. Composition of the Continental Crust: Volume 3; (ISBN: 0-08-044338-9); pp. 1–64

➢ *POSTER PRESENTATION*

Body Condition Score and Metabolic Profiles in Dairy Cowsfrom Tirana and Lushnja District

Ilir DOVA[1*](https://orcid.org/0000-0002-6460-2874), Enkeleda OZUNI[2] (https://orcid.org/0000-0001-7233-6038), Majlind SULCE[2](https://orcid.org/0000-0001-8827-2876) , Pellumb ZALLA[2](https://orcid.org/0000-0002-7452-0696)

[1]Agricultural University of Tirana,Faculty of Veterinary Medicine, Department of Clinical Modules, Tirana, Albania

[2] Agricultural University of Tirana,Faculty of Veterinary Medicine, Department of Morphofunctional Modules, Tirana, Albania

*Corresponding author e-mail: idova@ubt.edu.al

Abstract

The aim of the study was to determine the interconnection of the metabolic profile indicators with the BCS in dairy cows in various physiological states. From the current study it was found out that the interconnection of the BCS with the metabolic indicators based on the physiologicalstatus was quite strong in cows two weeks prior to calving .In the two-week period following calving this relationship remains equally strong (R^2=0.65; Fllog=4,5; P=0.0053). Whereas in the one-month period following caving the relationship becomes week and not scientifically significant. In the two-month period after calving the relationship tends to turn moderate, but otherwise statistically significant.

Key Words: BCS, metabolic profiles, multi-factor regress, physiological periods

INTRODUCTION

The metabolicprofileof cowsin herds is commonly utilized inveterinarypracticesto determine themetabolicstatusof the herdduring the reporteddifferentphysiologicalstates(Payne *etal.*, 1970), as well as in helping establish diagnosis ofmetabolicdiseasesand output-relateddiseases (Rowlands, 1973; Ingraham*etal*., 1988). The metabolicprofileis established in 7-10 cows of a given herd based on their physiological state, but in the main during the dry period length and the lactation peak as well as in the middle of the lactation period (Rowlands, 1973). Incountries beyond theUS, the definingvalue of the metabolic profile in the healthy status of the cows is much higher than that in the USA (Bogin *et al*., 1982; Ghergariu *et al*., 1984; Adams *et al*., 1978; Jones *et al*., 1982; Lee *et al*., 1978), where the diagnosing role is considered not as important. Despitethisgap in the diagnosticvalue, the metabolicprofile appears to be quite expensive. In order to analyze the samplesof a total of 7 cows between 200 - 400$ are expended. This is the case even with the utilization of the automatic analysis equipment (Adams *et al.*, 1978). In addition to the metabolicprofileapproachthere have been two other approaches including both the determination of the live weightfromonephysiologicalconditionto the other, andthe determination of BSC (bodycondition scoresin cows). The approach to determining the weight change provides someinformativeresults which are muchlowerthanthe metabolicprofile, while the determination of the BCS in various physiological conditions is much more informative with regard to the energy level in cows.

What is more, the costs involved are not quite high to perform such an exercise.BCS is widely used nowadays as a method of evaluating the energy balance in the cows. It also provides information on nutrition and health status of the cow herd (Roche *et al.*, 2000). In cows which are mainly used for meat and those used for milk the determination of BSC is recommended for evaluating and managing the nutrition status (Rae *et al*., 1996; Gillund *et al*., 2001). Determining the BSC allows one to quantify the energy reserves stored in the way of fat under the skin and in the way of muscles in cows (Houghton *et al.*, 1990). These energy reserves are not constant in all cows (Wright *et al*., 1987). The changes that happen at the level of BSC provides some

important clues as to the nutrition status of cows. In other cases when the determination of BCS is done on a more frequent basis, say 2-3 months, one can easily formulate conclusion every 2-3 months on the dynamics of the change in the energy reserves in cows. The evaluation of the metabolic deviations, the disorders in the reproduction processes and the mild output (Edmonson *et al*., 1989). Metabolicchangesareregulatedunder the action ofvarioushormones, which do supportthe new physiological state. The most important, among an entire group of factors, include, insulin, leptin, ghrelin and estrogens (Vargova *et al*., 2015). Lack of various hormonal harmonization leads to the occurrence of diseases of the puerperal periods in cows. Through this process of metabolicadaptationit is believed that cowsin themiddleof their pregnancy do store away energy reserves in the shape of fats and intensive use during the early lactation stage (Friggins, 2003; Garnswothy and Topps, 1982). The phenomenon is reflected even upon the BCS (Bernabucci *et al.*, 2005). The drawing close of calving is accompanied with a reduction of the progesterone level while the level of estrogens goes upward instead (Grummer, 1995). The high level of estrogens is believed to play quite an important role in the reduction of the uptake of dry matter from cows (Grummer, 1993). During the three months of pregnancy there is a significant rise in the needs for nutrition matter which affects the growth of fetus and the size of placenta (Bell, 1995), whereas the dry matter uptake decreases by 10-30% when compared with the dry period length (Friggens, 2003; Drackley *et al.*, 2001). Based on these data the current study was launched with the purpose of determining the BCS with the metabolic indicators through the multiple regress equations in the 2 week period prior to calving up to a period of 2 months after calving.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted during the period running from February 2013 to November 2013. The study focused on three cow herds in three different farms (Ndroq, Kashar and Lushnja). The determination of BCS was done on the basis of 9-scale method recommended by the Government of Alberta, Agriculture and Rural Development (1995-2012). The cows at the centre of the study were examined through 4 physiological states starting with the dry-period ending with a 2 month period after calving (Dova *et al*., 2013). In each of the farms under study, the cows were selected in such a way as to allow for a dynamic follow-up exam of the cows under the focus of the study in 4 of the physiological states (2 weeks period to calving (-14 days), 2 weeks after calving (+ 14 days), a month after calving (+ 30 days) and 2 months after calving (+ 60 days). In each of the farms 10 cows pertaining to lactation of 2-4 were selected. In each of the physiological states blood from the jugular vein was obtained in sterilized and chemically clean test-tubes. The separation of the serum from the cell-like elements of the blood was done 8-10 hours after the blood collection. The serum was stored away in refrigerators at temperatures close to + 4°C until the conclusion of the analysis. Through the blood serum one was able to determine the overall proteins through the biuret test method, the bicarbonate standard (alkaline reserves) with the titrimetric method with Tashiro indicator, inorganic phosphorus with the spectrophotometric method, glucose with the Frank Kimberger method, urea with the spectrophotometric method with diacetilmonoksim, general calcium and magnesium with the titrimetric method with Eriochrom black indicator (Xoxa *et al.*,1978). The analysis were taken to the physiology laboratory at the Faculty of Veterinary Medicine, Tirana, Albania. In each of the physiological states the body condition score was determined through the visual approach and with palpation based on the afore-mentioned approach.

Statistical evaluation of the data

The data obtained through the study was statistically tested with the ANOVA method and the multiple factor regression equation was calculated for the BCS and the metabolic indicators, where in the role of the subordinate indicator is BCS(Y), while the indicators of the metabolic profiles constituted the determining variables (X) as indicated below:

X_1=general proteins, X_2= alkaline reserves; X_3= inorganic phosphorus; X_4=glucose X_5=Urea; X_6= general calcium; X_7=Magnesium.

RESULTS AND DISCUSSION

The metabolic profile indicators do have an impact on the BSC of the cows taken up for study. This interaction is borne out by the truthfulness of the multiple regression equation for cows two weeks prior to calving. The equation embraces R^2=0.69 and P=0.00051. This truthfulness scale shows that the regression equation can be utilized to predict the level of the body condition in cows be solving this equation. The increase in the level of overall proteins in serums has affected the reduction of BCS in cows.

Table 1. The multiple regression equation data 2 weeks before calving

Multiple regression equation
$BCS=1.76 - 0.42X_1 + 0.006X_2 + 0.45X_3 + 0.049X_4 – 0.05X_5 – 0.06X_6 + 0.17X_7$
The truthfulness of the equation is: R^2=0.69, Fllog=6.36, P=0.00051

This is closely connected with the change in the protein variables of the serum. In this early stage one is able to spot a reduction of albumins in serums which extend to the minimum border of the normal value and the increase happens with the function of globulin elements (Pedron *et al.*,1993; Suzuki *et al*., 2006). The interconnection of the specific metabolic indicators in this physiological state is of various size and direction. The positive connection with the BCS is established because of the role of alkaline reserves, inorganic phosphorus, glucose and the magnesium level while the other metabolic indicators have a negative impact on the BCS score in cows. The positive impact of the alkaline reserve is connected with the status of the acid basic equilibrium of the biological liquids in the organism which is reflected in the alkaline reserve level within the 276 mg% range. The reduction or increase of this indicator brings about negative effects (Garnsworthy *et al*., 1982; Drennan *et al*., 2006). This fact alone is also endorsed by the positive role that the phosphat ions have as a component of the buffered system of phosphates and the component of the cation-anion difference of the portion (DCAD) along with the ions of magnesium (Drennan *et al*., 2006; Erfle *et al*., 1974), as well as the role of phosphate ions in glycolysis (Mane *et a.l,* 2011).
In the period of 2 weeks after calving it is easily noticed that the truthfulness of the multiple regression equation is decreased when compared with the pre-calving period. Hence, R^2=0.65, Fllog=4.5 and P=0.0053. The equation, however, is true and might be used for purposes of predictions.

Table 2. The multiple regression equation in cows 2 weeks after calving

Multiple regression equation
$BCS=-3.35 + 0.337X_1-0.002X_2 + 0.07X_3 + 0.019X_4 + 0.03X_5 + 0.22X_6 + 0.445X_7$
The truthfulness of the equation is depicted"R^2=0.65, Fllog=4,5, P=0.0053

This status shows that in the organism of the animal has started the building up of the endogen sources and in particular the intensification of lipolyses. The data on the urea level show that the production of proteolyses has not started yet, a thing which might surely increase the level of urea in blood. The operation of the significant lipase towards the adrenalin hormone and noradrenalin goes up. This affects the break-down of triglyceride of the fatty tissue accompanied with the reduction of the volume of adiposities and consequently the energy level goes down in cows and the reduction in the BSC occurs as well. This phenomenon is closely connected with the fact that the initiation of the mobilization of the endogen proteins has triggered the intensification of the biosynthesis of albumins (Gergacz *et al.,* 2008). The glucose needs in the first 21 days after calving increase anywhere from 1000 to 1100 g/days. In this period one can observe a positive impact of glycemia in BCS, but this impact appears to be much smaller when contrasted with the period prior to calving.

The level of alkaline reserve in the blood serum is negative over the BCS. This goes to show that the metabolic effect under the conditions of the mobilization of the endogen energies has affected the acid - basic equilibrium of the organism as a whole. The level of inorganic phosphorus in blood serum is much lower. This is believed to be caused by two metabolic aspects of it in liver which manifests itself in the halting of glycolysis and the promotion of gluconeogenesis and the significant discharge of phosphate ions in urine which has an influence on the maintenance of the acid-basic equilibrium.

In cows which are 1 month after calving, the multiple regression equation experiences significant changes. The truthfulness of the equation is proven statistically: R^2=0.44, Fllog=1.9 AND P=0.13. In the equation it is observed that all of the variables in the multiple regression equation have positive connection with the body condition with the exception of the magnesium level in serum which has negative connections.

Table 3. The multiple regression equation in cows 1 month after calving

Multiple regression equation
$BCS = 0.05 + 0.18X_1 + 0.0009X_2 + 0.07X_3 + 0.0007X_4 + 0.022X_5 + 0.054X_6 – 0.04X_7$
Truthfulness of equation is depicted, R^2=0.44, Fllog=1.9, P=0.13

The source of this difference remains yet to be explained satisfactorily. Lipolysis under the hormonal impact and under the strain of the parasympathetic nerve system is highlighted. The concentration of fatty acids free in the blood plasma is increased significantly (Ariete *et al.,* 2005). Ketogenesis is much more pronounced. Under this physiological state the proteolyses is intensified, mainly in the muscular tissue and the gluconeogenesis is intensified equally. The body condition goes down further (Suzuki *et al*., 2006). The urea level in blood serum is increased, hence pointing to the intensification of proteolyses accompanied by the gluconeogenesis (Gergacz *et al.,* 2007; Mouffolk *et al.,* 2011).

In the period 2 months after calving one can see that the multiple regression equation between the body condition (Y) and the indicator of the metabolic profile has a high signaling value (R^2=0.55, Fllog=3.1 dhe P=0.025). This shows that this equation might be used as a means of making predictions. The level of proteins in blood glucose has a negative impact upon the BCS.

Table 4. The multiple regression equation in cows 2 month after calving

The multiple regression equation in cows 2 months after calving
$BCS=0.62 - 0.34X_1 + 0.01X_2 - 0.2X_3 - 0.0018X_4 + 0.014X_5 + 0.27X_6 + 0.415X_7$
The truthfulness of the equation is depicted: R^2=0.55, Fllog=3.1, P=0.025

This is closely related to the fact that the reduction of BCS is accompanied with an increase of general proteins in serum. But this increase has been attributable in the main the fraction of globulins and the reduction of the albumin fraction (Santos *et al.,* 2012). The comparison of the 4 regression equations brings to light the fact that the multiple-factor regression equation are of great value when it comes to predicting the BCS in three different physiological states. Exclusion to this rule is only the multi-factor regression equation in the period one month after calving.

CONCLUSIONS

Body condition of cows (BCS) with the indicators of metabolic profile has close connections with the 3 physiological state observed under the study.BCS has no connection tested statistically for the period 1 month after calving**.** Based on our findings we recommend BCS as a tool to determine the energy level in cows.

REFERENCES

Adams RS, Stoutd L, Kradels B, Gussb J, Moserg, BL, Jung, A, 1987. Use and limitations of profiles in assessing health or nutritional status of dairy herds. *Journal of Dairy Science*,61:1671-1679.

Ariete TM, 2005. Effect of dietary energy source on energy balance, production, metabolic disorders and reproduction in lactating dairy cattle. *Reproduction Nutrition Development.*, 45:665-688.

Bernabucci U, Ronchi, B., Lacetera N, Nardone A, 2005. Influence of body condition score on relationships between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88: 2017-2026.

Bogin E, Avidar Y, Davidson M, Gordin S, Israeli B, 1982. Effect of nutrition on fertility and blood composition in the milk cow. *Journal of Dairy Research*, 49:13-23.

Dova I, Kapaj A, Ozuni E, Papa S, 2013. Metabolic profile and reproduction performance in cows during the puerperal period. *Albanian Journal of Agricultural Sciences*, 4:565-570.

Drackley JK, Overton TR, Douglas GN, 2001. Adaptations of glucose and long-chain fatty acid metabolism in liver of dairy cows during the periparturient period. *Journal of Dairy Scienece*, 84(ESuppl):E100-E112.

Drenan, M.J and Berry, DP, 2006. Factors affecting body condition score, live weight and reproductive performance in spring-calving suckler cows. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 45:25-38.

Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G, 1989. A body condition scoring chart for Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 72:68-78.

Erfle JD and Fisher LJ, 1974. Interrelationships between blood metabolites and evaluations of their use as criteria of energy status of cows in early lactation. *Canadian Journal of Animal Science*, 54,293-303.

Friggens NC, 2003. Body lipid reserves and the reproductive cycle: towards a better understanding. *Livestock Production Science*, 13:219-236.

Garnsworthy PC, Topps JH, 1982. The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets. *Animal Production*, 35:113-119.

Gergazc Z, Bader E, Szucs E, Kovacs A, Konyves L, Brydl E, 2008. Relationship between Body condition and metabolic parameters in dairy cows according to different days in milk. Magyar Allatorvosok Lapja, 130 evfolyam, II kulonzam 43. Odal.

Ghergariu S, Rowlands GJ, A. Pop AL, Danielesku N, Moldovan NA, 1984. A comparative study of metabolic profiles obtained in dairy herds in Romania. The *British Veterinary Journal* , 140:600-608.

Gillund P, Reksen O, Gröhn YT, Karlberg K, 2001. Body condition related to ketosis and reproductive performance in Norwegian dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 84:1390-1396.

Grummer RR, 1993. Etiology of lipid-related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 76:3882-3896.

Grummer RR, 1995. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of Animal Science*, 73:2820-2833.

Houghton PL, Lemenager RP, Moss GE, Hendrix KS, 1990. Prediction of postpartum beef cow body composition using weight to height ratio and visual body condition score. *Journal of Animal Science*, 68:1429-1437.

Ingraham RH and Kappel LC, 1988. Metabolic profile testing. *Veterinary Clinics of North America:Food Animal Practice*, 4:391-411.

Jones GM, Wildman E., Troutt HF, Lesch TN, Wagner PE, Boman RL, Lanning NM, 1982. Metabolic profiles in Virginia dairy herds of different milk yields. *Journal of Dairy Science,* 65:683-688.

Lee AJ, Twardock AR, Bubar RH, Hall JE, Davis CL, 1978. Blood metabolic profiles: Their use and relation to nutritional status of dairy cows. *Journal of Dairy Science,* 61:1652.

Mane B, Beqiraj D. Biokimia. Shtëpia botuese Vllamasi, Tiranë, 2011.

Moufolk C, Madani T, Smara L, Baitiche M, Allouche Belksami F, 2001. Relationship between body condition score, body weight, some nutritional metabolites changes in blood and reproduction in Algerian Montbeliad cows. *Veterinary World,* 10: 461-466.

Payne JM, Dew SM, Manston R, Faulks M, 1970. The use of a metabolic profile test in dairy herds. *Veterinary Record,* 87:150.

Pedron O, Cheli F, Senatore E, Baroli D, Rizzi R, 1993. Effect of body condition score on performance, some blood parametres and milk fatty acid composiotion in dairy cows. *Journal of Dairy Science,* 76:2528-2535.

Rae DO, Kunkle WE, Chenoweth PJ, Sand RS, Tran T, 1996. Body condition: influences on beef cattle reproductive performance. *Memorias XX Congreso Nacional de Buiatría,* Acapulco, México, pp. 339-343.

RocheJF, Mackey DM, Diskin D, 2000. Reproductive management of postpartum cows. *Animal Reproduction Science,* 61:703-712.

Rowlands GJ, J M Payne and Dew S.M, 1973. A potential use of metabolic profiles in the selection of superior cattle. *Veterinary Record,* 93:48–49.

Santos JEP, Bisinoto RS, Ribeiro ES, Lima FS.and Thatcher WW, 2012. Impacts of Metabolism and nutrition during the transition period on fertility of dairy cows. High plains dairy Conference Amarillo, Texas.

Suzki K, Kanamed M, Tachibana S, Ogawa A, Dang ThThS, Pffeiffer DU, 2006. A monitoring study on cattle growth and BCS in small hollder dairy farming system in North Vietnam. *Journal of Veterinary Epidemiology,* 10:15-20.

Vargová M, Petrovič V, Konvičná J, Kadaši M, Zaleha P, Kováč G, 2015. Hormonal profile and BCS in dairy cows during prepartum and postpartum periods. *Acta Veterinaria Brno,* 84:141-151.

Wright IA, Rhind SM, Russel AJF, Whyte TK, McBean, AJ, McMillen SR, 1978. Effects of body condition, food intake and temporary calf separation on the duration of the post-partum anoestrus period and associated LH, FSH and prolactin concentrations in beef cows. *Animal Production,* 45, 395-402.

Xoxa A, Mane B, Xhaxhiu D, 1978. Praktikumi i biokimisë të kafshëve bujqësore.



EurasianSciEnTech 2022

www.eurasianscientech.org